

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Guilherme Bernardo Pereira

Melhoria do *order picking* numa oficina automóvel de serviço
pós-venda

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Professora Doutora Senhorinha de Fátima Capela Fortunas Teixeira

Professora Doutora Ana Cecília Dias Ribeiro

Outubro 2023

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e à minha irmã, que todos os dias se sacrificam para me darem sempre as melhores condições para eu alcançar o sucesso, quer a nível profissional, quer a nível pessoal.

À minha namorada, que vem sendo um dos meus importantes pilares nestes anos, dando-me o apoio que preciso para enfrentar todos os desafios que surgiram, surgem e ainda estão para surgir.

À Maria João, à engenheira Daniela Castro, ao engenheiro Pedro Braga e a todo o pessoal do departamento de peças da Carclasse, que de tudo fizeram para que este projeto fosse um sucesso.

Um especial agradecimento às minhas orientadoras, Professora Doutora Ana Cecilia Dias e Professora Doutora Senhorinha Teixeira, que ao longo destes meses demonstraram uma disponibilidade infinita e que em nenhum momento permitiram a mínima desmotivação, procurando sempre obter o melhor de mim a cada obstáculo que me foi surgindo no desenvolvimento deste projeto.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Melhoria do *order picking*, numa oficina automóvel de serviço pós-venda

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo aprimorar a eficiência do processo de separação de pedidos no armazém de peças da empresa Carclasse em Braga. Para atingir esse objetivo, efetuou-se uma análise de todos os processos do armazém.

A análise inicial revelou que aproximadamente 59% das referências em *stock* eram consideradas obsoletas, pois não haviam sido vendidas nos últimos 5 anos. Além disso, o índice de erros no processo de separação de pedidos era cerca de 6% das referências. Esses erros resultavam em discrepâncias nos níveis de *stock* físico e em sistema, uma vez que alguns erros de separação de pedidos não eram detetados. Além disso, foram observadas filas de espera por parte dos clientes internos ao solicitar a recolha de materiais, o que prejudicava o fluxo de trabalho.

Com base nessas descobertas, foram propostas melhorias para corrigir os problemas identificados. Uma das principais propostas foi a implementação de um sistema de *barcode scanning*, com o objetivo de aumentar a digitalização dos processos do armazém e corrigir os erros de separação de pedidos e *stock*. Além disso, para reduzir o tempo de espera dos clientes internos, sugeriu-se transferir a responsabilidade de identificação das peças para recolha, para os mesmos, e aumentar o número de postos de identificação de 2 para 4.

Após a implementação do sistema de *barcode scanning*, houve uma redução nos erros de separação de pedidos para 0,2%. Essa melhoria teve um impacto direto na precisão e fiabilidade do processo de recolha de peças.

Este sistema de *barcode scanning* contribuiu também para digitalização dos processos, melhor rastreabilidade e precisão do *stock*, evitando discrepâncias entre o *stock* físico e em sistema, resultando maior controle e fiabilidade nos dados do inventário, melhorando a tomada de decisões operacionais e estratégicas.

Palavras-Chave: *Order picking*, Indústria 4.0, Gestão de armazéns, Intralogística, Setor automóvel.

Order picking improvement, in an after-sale auto repair shop

ABSTRACT

This study aimed to enhance the efficiency of the order picking process in Carclasse's parts warehouse in Braga. To achieve this objective, a comprehensive analysis of all warehouse processes.

The initial analysis revealed that approximately 59% of the references in stock were considered obsolete as they had not been sold in the last 5 years. Additionally, a high error rate was identified in the order picking process, with around 6% of references being picked incorrectly. These errors led to discrepancies between the physical stock levels and the system records since some order picking errors went undetected. Moreover, queues were observed among internal customers when requesting material retrieval, which hindered workflow.

Based on these findings, improvements were proposed to address the identified issues. One of the key proposals was the implementation of a barcode scanning system to increase the digitalization of warehouse processes and rectify order picking and stock errors. Additionally, to reduce internal customers' waiting time, it was suggested to shift the responsibility of part identification for collection to them and increase the number of identification stations from 2 to 4.

Following the implementation of the barcode scanning system in Carclasse's parts warehouse, significant results were achieved. There was a notable reduction in order picking errors, dropping from 6% to just 0.2%. This improvement had a direct impact on the accuracy and reliability of the parts retrieval process. The implementation of the barcode scanning system not only reduced order picking errors but also contributed to the overall optimization of Carclasse's parts warehouse. With the digitalization of processes, there was an enhancement in traceability and inventory accuracy, avoiding discrepancies between physical stock and system records. This resulted in greater control and reliability of inventory data, providing a solid foundation for operational and strategic decision-making.

Keywords: Order picking, 4.0 Industry, Warehouse management, Intralogistics, Automotive sector.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABELAS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Enquadramento e motivação.....	1
1.2 Objetivos.....	1
1.3 Metodologia de investigação.....	2
1.4 Estrutura da dissertação.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Logística e cadeia de abastecimento.....	4
2.2 Indústria 4.0.....	5
2.3 Gestão de armazéns.....	6
2.3.1 Armazéns.....	6
2.3.2 Tipos de armazéns.....	7
2.3.3 Atividades em armazéns.....	7
2.3.4 <i>Cross-docking</i>	8
2.3.5 <i>Order picking</i>	9
2.3.6 Tecnologias associadas ao <i>picking</i>	11
2.4 <i>Lean thinking</i>	11
2.4.1 <i>Lean thinking</i> no armazém.....	12
2.4.2 Técnica <i>poka-yoke</i>	14
3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	15
3.1 Estrutura organizacional.....	15
3.2 Missão, valores e objetivos.....	16
4. DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL DO ARMAZÉM.....	18
4.1 Disposição e <i>layout</i> do armazém de peças.....	18
4.2 Receção e conferência de mercadoria.....	20
4.3 Armazenamento e <i>cross-docking</i>	21
4.4 <i>Picking</i> de encomendas.....	24

4.4.1	Problema: <i>Erros de order picking</i>	25
4.4.2	Problema: Erros de <i>stock</i>	26
4.4.3	Problema: Tempos de espera na oficina	27
4.5	Expedição	28
4.6	Resumo dos problemas identificados	29
5.	PROPOSTAS DE MELHORIA	30
5.1	Sistema de leitura de código de barras	31
5.2	Alteração de responsabilidades na identificação de peças	31
5.3	Arrumação dos obsoletos	32
6.	IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA	33
6.1	Sistema de leitura ótica de código de barras	33
6.2	Resultados previstos	40
6.2.1	Alteração de responsabilidades na identificação de peças	40
6.2.2	Arrumação dos obsoletos	41
7.	CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	42
	Referências bibliograficas	44
8.	ANEXOS	50
8.1	Anexo I - Fluxograma do processo de receção e conferência.	50
8.2	Anexo II – Fluxograma do processo de arrumação e <i>cross-docking</i>	51
8.3	Anexo III – Fluxograma do processo de <i>order picking</i>	52
8.4	Anexo IV - Dados do processo de <i>order picking</i> pré-implementação	53
8.5	Anexo V – Fluxograma do processo de identificação de peças	54
8.6	Anexo VI – Fluxograma do novo processo de identificação de peças.	55
8.7	Anexo VII - Fluxograma do novo processo de <i>order picking</i>	56
8.8	Anexo VIII – Dados do processo de <i>order picking</i> pós-implementação	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Fases da metodologia investigação-ação. Adaptado (Susman, 1983).....	2
Figura 2 - Fluxos da cadeia de abastecimento. Adaptado (Christopher, 2005).....	4
Figura 3 - Processos de armazém. Adaptado (Tompkins & Smith, 1988)	8
Figura 4 - Percentagem de tempo gasto no <i>order picking</i> . Adaptado (Tompkins & Smith, 1988).....	10
Figura 5- Carclasse – Comércio de Automóveis, SA – Em Braga.....	15
Figura 6 - Estrutura organizacional do serviço de pós-venda	16
Figura 7- <i>Layout</i> do armazém de peças da Carclasse, em Braga.	18
Figura 8 - Alinhamento de racks (à esquerda), passagem transversal entre os racks (à direita).	19
Figura 9 - Estrutura de identificação de localização.....	19
Figura 10 - Caixa de grade dobrável.....	20
Figura 11 – Exemplo de etiqueta de fábrica, Mercedes-Benz.	20
Figura 12 - Guias de transporte (à esquerda), mercadoria para conferência (à direita)	21
Figura 13 - Exemplo de uma etiqueta do armazém central, bem como a localização da peça.....	21
Figura 14 – Peça arrumada na sua localização.	23
Figura 15 -Exemplo de lista de recolha.....	25
Figura 16 - Posto de identificação de peças.....	27
Figura 17 - Transferências interempresas pendentes.....	28
Figura 18 - Computador de mão (à esquerda), leitor de mão (à direita)	33
Figura 19 - Etiqueta de localização.....	34

Figura 20 - Etiquetas de referências.....	34
Figura 21 - Listas de recolha prontas para iniciar o <i>order picking</i>	35
Figura 22 – Lista de material a recolher.....	35
Figura 23 – Display do sistema não permite avançar, se for scaneada a localização errada.	36
Figura 24 - Mensagem do sistema quando: a quantidade introduzida excede a quantidade encomendada (à direita); fica em falta recolher alguma unidade de uma peça (à esquerda).	37
Figura 25 - Sistema sugere o scan de uma peça (à esquerda); resposta do sistema ao erro no scan da peça (à direita).	37
Figura 26 - Aviso de recolha finalizada.	38
Figura 27 – Exemplo de uma lista de requisição impressa, gerada automaticamente.....	38

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Desperdícios na produção e no armazém. Adaptado (Ackerman, 2007).	13
Tabela 2- Destino da peça, tendo em conta a informação da etiqueta do armazém central.	22
Tabela 3 - Dados de frequência de vendas do material em <i>stock</i> .	24
Tabela 4 - Resumo erros de order picking	26
Tabela 5 – Exemplos de diferentes variantes da mesma peça da marca Mercedes-Benz.	26
Tabela 6 - Tabela resumo dos problemas identificados	29
Tabela 7 - Tabela 5W2H das propostas de melhoria	30
Tabela 8 - Resultados pós-implementação	39

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

EPC: Electronic parts catalogue

ERP: Enterprise resource planning

QR Code: Quick response code

RFID: Radio frequency identification

RF Scanning: Radio frequency scanning

WIP: Work-in-process

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e motivação

Atualmente, o papel da gestão da cadeia de abastecimento é fundamental na melhoria da produtividade e competitividade das organizações. O esforço por parte dos gestores, através de processos bem definidos e controlados, para manter alto o seu nível de eficiência, de forma a dar resposta às necessidades dos clientes e reduzir custos, leva a uma procura pela melhoria de forma continuada. Essa gestão é essencial para o controlo dos fluxos dos diferentes sistemas de operações (Gunasekaran et al., 2004; Voronova, 2022).

O *order picking* é considerado uma das tarefas de armazém que exige mais esforço laboral e economicamente mais dispendiosa, desempenhando, por isso, um papel crucial na sua performance. O aumento da sua eficiência, através de métodos inovadores incorporando a indústria 4.0, está associado a uma diminuição do tempo de resposta ao cliente, diminuindo os custos logísticos e aumentando o nível de serviço (Alqahtani, 2023; Lesch et al., 2023).

Tompkins et al. (2010) consideram que é no *order picking* que as expectativas dos clientes são atingidas.

Dada a importância inerente à tarefa de *order picking*, no âmbito da proposta de investigação, pretende-se delinear uma estratégia que permita o aumento da sua eficiência, numa empresa de venda e reparação de automóveis.

1.2 Objetivos

A pergunta de investigação sobre o qual se debruça a dissertação é: “Como reduzir os erros no *picking* de encomendas, especificamente numa empresa de venda e reparação de automóveis?”

A investigação visa implementar uma estratégia de *order picking*, numa empresa de automóveis, que permita maior eficiência da tarefa, a vários níveis, concretamente, através da redução de erros, associados à tarefa, verificando-se também uma melhoria no nível de serviço ao cliente.

Para atingir esses objetivos realizaram-se as seguintes tarefas:

- Analisar e recolher dados;

- Estudar uma estratégia de *order picking*;
- Implementar a estratégia estudada;
- Testar a estratégia;
- Implementar possíveis ajustes necessários;
- Analisar e discutir os resultados.

1.3 Metodologia de investigação

Tendo em conta que o projeto de dissertação se desenvolveu em ambiente empresarial, a investigação seguiu a metodologia investigação-ação. Esta é uma metodologia colaborativa realizada *in loco* que se caracteriza pela criação de conhecimento através da resolução de problemas operacionais (Coughlan & Coughlan, 2002; Maestrini et al., 2016).

Identificaram-se cinco fases desta metodologia (Figura 1), sendo o seu foco principal a aprendizagem contínua (Susman, 1983):

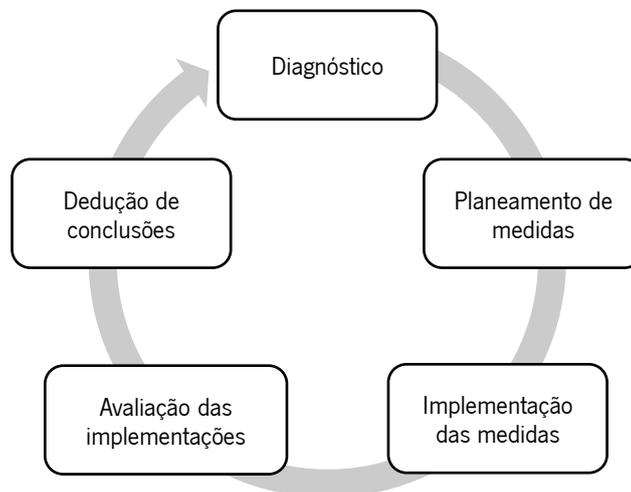


Figura 1- Fases da metodologia investigação-ação. Adaptado (Susman, 1983)

No primeiro passo da metodologia faz-se um diagnóstico do atual processo de *order picking*, através da recolha de dados, bem como a identificação de eventuais problemas encontrados.

De seguida, efetua-se o planeamento de possíveis ações corretivas procurando melhorar a eficiência do processo de *order picking*.

O terceiro passo consistirá na implementação das medidas planeadas na fase anterior. Posteriormente, será efetuada uma nova recolha de dados do novo processo, de forma a perceber o impacto das medidas implementadas.

Por fim, são retiradas conclusões dos resultados obtidos, em comparação com os resultados iniciais.

1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em 7 capítulos. Após o capítulo 1, no capítulo 2 apresenta-se um enquadramento teórico sobre os temas como logística e cadeia de abastecimento, indústria 4.0, gestão de armazéns abordando os diferentes processos de armazém, com especial ênfase no *order picking*, *lean thinking* com foco na técnica *poka-yoke*. De forma sucinta, no capítulo 3 apresenta-se a empresa onde foi desenvolvido o projeto, descrevendo a sua atividade, estrutura e cultura organizacional. No capítulo 4 realiza-se uma descrição e análise inicial dos principais processos de armazém, nomeadamente o processo de receção e conferência de mercadoria, arrumação e cross-docking, e por fim, o processo de *order picking*. Apresenta também um levantamento dos problemas inerentes a cada um dos processos descritos. No capítulo 5 descreve-se as propostas de melhoria para os problemas apresentados, no capítulo 4. No capítulo 6 procede-se à descrição da implementação da proposta de melhoria aprovada pela empresa, assim como a análise dos resultados provenientes dessa implementação. No capítulo 7 procede-se à exposição das principais conclusões retiradas com o desenvolvimento do projeto de dissertação, abordando as principais dificuldades e trabalho futuro a desenvolver.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresenta-se o enquadramento teórico que serve de base ao desenvolvimento da dissertação. Inicialmente, realizou-se uma revisão do conceito da logística e da cadeia de abastecimento, da indústria 4.0, dos armazéns e os seus processos internos, com especial ênfase no processo de *order picking*. Posteriormente realizou-se uma revisão de alguma literatura sobre o *lean thinking*, com foco mais específico na técnica *poka-yoke*.

2.1 Logística e cadeia de abastecimento

A gestão da cadeia de abastecimento é a integração dos principais processos de negócios da cadeia formada por fornecedores, fabricantes, centros de distribuição e retalhistas, com o propósito de melhorar o fluxo de mercadorias, serviços e informações, desde os fornecedores até ao cliente final, com o objetivo de reduzir custos, mantendo os níveis de serviço exigidos (Larson, 2001).

Com origem na palavra grega “logistikos”, a logística é o campo responsável pelo desenvolvimento de um plano e estrutura que atuem como diretrizes para a gestão eficiente dos fluxos de entrada e saída de serviços, de informação e produtos, entre diferentes organizações (Figura 2) (Christopher, 2005).

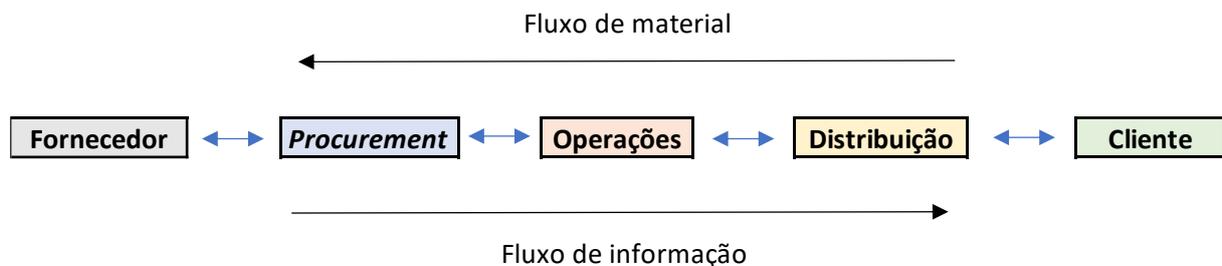


Figura 2 - Fluxos da cadeia de abastecimento. Adaptado (Christopher, 2005).

A logística é responsável pelo movimento e posicionamento do inventário ao longo de toda a cadeia de abastecimento, permitindo uma melhor gestão da cadeia de abastecimento. A logística integrada tem como objetivo sincronizar toda a cadeia de abastecimento como um processo contínuo (Bowersox et al., 2013).

Além da busca pela máxima qualidade, eficiência e produtividade, enquanto se preocupam com a redução custos, as organizações valorizam cada vez mais o cliente, procurando a satisfação das suas

necessidades, através dos “sete certos” da logística, garantindo o produto certo, na quantidade certa, na condição certa, no local certo, na hora certa, para o cliente certo, ao preço certo (Lutz et al., 2003; Shapiro & Heskett, 1985).

É a partir de atividades primárias como logística interna, logística externa, *marketing*, vendas e serviços que se podem estabelecer as bases para a diferenciação da empresa, no mercado. Quanto mais eficiente for a execução destas atividades primárias, melhor será a competitividade da organização, em relação à concorrência (Christopher, 2005; Porter, 1985).

2.2 Indústria 4.0

A expressão “Indústria 4.0” é usada para denominar a quarta revolução industrial. Este termo foi usado pela primeira vez na feira de Hannover, na Alemanha, em 2011 (Santos et al., 2017).

A digitalização da economia e da sociedade, tem um papel preponderante no surgimento da quarta revolução industrial pois envolve a integração dos mais recentes avanços da tecnologia de informação e comunicação com os sistemas de produção. Esta integração resulta numa transformação significativa nos processos industriais, permitindo uma maior eficiência e conectividade entre máquinas, sistemas e pessoas (Souza et al., 2021).

As seis características que melhor descrevem a indústria 4.0 são (Khan et al., 2017):

1. **Interoperabilidade:** permite a interação entre diferentes tipos de tecnologias;
2. **Virtualização:** possibilita a simulação de diferentes cenários;
3. **Descentralização:** toma decisões autonomamente sem a existência de um comando central;
4. **Capacidade em tempo real:** recolhe e analisa informação, em tempo real, detetando problemas e as respetivas soluções, auxiliando a tomada de decisão;
5. **Orientação para o serviço:** as tecnologias são utilizadas num contexto de arquitetura de orientação para o serviço;
6. **Modularização:** atualização e manutenção em módulos isolados.

A revolução geral da Indústria 4.0 possibilita a utilização de uma quantidade enorme de informações (*Big data*), para uma tomada de decisão mais rápida e precisa no que se refere também à logística. As empresas e sua gestão logística são capazes de responder de forma flexível e rápida às mudanças

do mercado, graças ao rastreamento inteligente e a processos transparentes que lhes fornecem supervisão constante (Zraková et al., 2019).

2.3 Gestão de armazéns

A gestão de armazéns desempenha um papel importante na consecução dos objetivos gerais de um sistema de cadeia de abastecimento de uma organização.

Neste subcapítulo, aborda-se o tema dos “armazéns”, expondo a sua definição, principais tipologias e atividades, bem como algumas tecnologias mais usadas.

2.3.1 Armazéns

O surgimento dos armazéns teve como objetivo ser apenas um local onde o inventário era guardado, desempenhando um papel fundamental no fornecimento de um nível de serviço desejado ao cliente, ao menor custo possível (Lambert et al., 1998).

Atualmente, os armazéns são instalações para o transporte e manuseamento de mercadorias, onde também lhes é acrescentado valor. Eles processam fluxos de entrada, de saída e internos, podendo tratar da etiquetagem, embalagem entre outras atividades. Os armazéns contribuem para a transformação dos fluxos de carga ao modificar os parâmetros de recebimento e expedição de remessas em termos de tamanho, composição, características físicas dos produtos recebidos (Jum'a & Basheer, 2023).

As particularidades do sistema de armazenamento garantem a existência de *stock*, considerado um fator essencial para garantir um certo nível de serviço ao cliente, uma vez que garante o fluxo suave de mercadoria e a rápida entrega em caso de picos de procura inesperados (Langevin & Riopel, 2005).

Nos últimos anos, o principal foco do desenvolvimento da atividade de armazenagem tem sido o aumento da flexibilidade e eficiência no uso da tecnologia da informação, a fim de atender às crescentes exigências dos consumidores em relação à variedade e condições de abastecimento. Melhorar a tecnologia de informação e automatizar os processos de armazenamento visa aumentar a flexibilidade, permitindo que os operadores de armazéns respondam rapidamente às mudanças e avaliem os resultados das atividades em diversos contextos (Richards, 2018).

2.3.2 Tipos de armazéns

Existem diversos tipos de armazéns distintos, podendo os mesmos serem agrupados pela função que desempenham ou pelo tipo de produto que armazenam (Richards, 2018).

Quanto à sua função, o armazém pode ser de três tipos (Berg & Zijm, 1999):

- **Armazém de produção:** posicionado próximos à produção e desempenha um papel fundamental no recebimento e envio de matérias-primas, produtos semiacabados e produtos acabados. Ele garante a movimentação eficiente desses itens até a entrega ao cliente;
- **Armazém de distribuição:** recebe produtos de diferentes fornecedores e efetua a distribuição para vários clientes;
- **Armazém subcontratado:** fornece serviços de armazenamento a um ou mais clientes.

Quanto ao produto armazenado, os armazéns podem ser classificados em cinco tipos (Richards, 2018):

- Armazém de matérias-primas e componentes;
- Armazém de produtos semiacabados;
- Armazém de produto acabado;
- Armazém de resíduos e desperdícios;
- Armazém de equipamentos.

2.3.3 Atividades em armazéns

A atividade de um armazém envolve diversas tarefas desde a recepção da mercadoria até à sua expedição. Apesar de existirem diversos tipos de armazéns distintos, normalmente, os seus processos de armazenagem internos são semelhantes. O desempenho de um armazém depende do êxito de cada um dos seus processos (Bidgoli, 2010).



Figura 3 - Processos de armazém. Adaptado (Tompkins & Smith, 1988)

Receção: São realizados controlos de entrada de produtos no armazém, inserem-se os dados no sistema de informação e é feito um controlo de acordo com a documentação devida, para identificar o tipo, quantidade e o estado do produto, garantindo a ausência de erros ou inconformidades (Frazelle, 2001).

Arrumação: Atividade de posicionamento dos produtos no respetivo, local de armazenamento (Frazelle, 2001).

Picking: O processo de *order picking* consiste na recolha de itens armazenados para atender a procura específica ou pedidos de produção, garantindo a entrega pontual e em boas condições. Normalmente, o *order picking* é realizado manualmente, mas já existem tecnologias auxiliares na obtenção de melhores níveis de produtividade e precisão (Rushton et al., 2014). A tarefa de *order picking* desempenha um papel crucial nos três aspetos principais: tempo, custo e qualidade. Quanto mais rápido e eficiente for o processo de *picking*, menor será o tempo de entrega dos produtos aos clientes. Além disso, um *picking* eficiente resulta num menor custo operacional. Por fim, a eficácia do *picking* contribui para a qualidade geral das operações, garantindo maior precisão e menor probabilidade de erros (Carvalho et al., 2010).

Expedição: É, por norma, o último processo do armazém. Consiste na verificação dos itens solicitados e a preparação dos documentos necessários; de seguida a mercadoria é embalada e embarcada no transporte adequado (Frazelle, 2002).

2.3.4 *Cross-docking*

O processo de distribuição representa 30% do custo de venda do produtos, e esse aspeto aumenta os custos gerais do processo de abastecimento da cadeia, impactando negativamente os fornecedores e o processo de fabrico devido à alta concorrência e facilidade de acesso a diferentes mercados, por parte do cliente. Consequentemente, há a necessidade de reduzir custos e aumentar a eficiência da distribuição (Daehy et al., 2019; Lee et al., 2019; Martins et al., 2018).

Nas operações da cadeia de abastecimento, *cross-docking* é a técnica praticada em armazém, que consiste na transferência direta de mercadoria de camiões de entrada para camiões de saída, sem necessidade de armazenamento (Shuib & Fatthi, 2012).

Cross-docking é uma técnica valiosa, numa estratégia da cadeia de abastecimento, uma vez que permite a redução de custos de operação, através da redução de custos de armazenamento, redução de custos de manuseamento e transporte, mas também acelera o fluxo de entrada e saída de materiais uma vez que tarefas como “arrumação” e “*order picking*” deixam de ser necessárias, melhorando também o tempo de entrega da mercadoria ao cliente (Buakum, 2019; Buijs et al., 2016; Shuib & Fatthi, 2012).

Com a utilização dessa técnica, a mercadoria é descarregada e consolidada, numa estação de *cross-docking* e, em seguida, recarregada no camião de saída. A mercadoria é armazenada apenas por um curto período de tempo, nunca superior a 24 horas, antes de ser recarregada no camião de saída (Santos et al., 2013; Moghadam et al., 2014; Shuib & Fatthi, 2012).

Uma estratégia de *cross-docking* possui outras vantagens, como redução do espaço de armazenamento, diminuição dos riscos de danos e obsolescência de produtos, consolidação de remessas, melhoria na utilização de recursos, redução de excesso de *stock* (Van Belle et al., 2012), maior controlo sobre os cronogramas de entrega (Hosseini et al., 2014), melhoria no nível de serviço (Ye et al., 2018) e aumento da rotatividade de mercadoria e de vendas (Moghadam et al., 2014). É, por isso, uma estratégia popular a nível empresarial (Boysen & Fliedner, 2010).

2.3.5 *Order picking*

Como referido, o *order picking* é uma operação de armazenamento que consiste em retirar produtos dos locais de armazenamento para atender aos pedidos dos clientes. Estima-se que a separação de pedidos represente até 50% dos custos operacionais totais do armazém (Frazelle, 2001). Isto deve-se em grande parte ao facto da separação de pedidos, muitas vezes, ainda requer o envolvimento de *pickers* humanos, pois a automação dos sistemas de separação de pedidos exige grandes investimentos (De Koster et al., 2007; Henn et al., 2012).

Os tempos gastos nas diferentes tarefas que envolvem o *order picking* estão identificados na Figura 4, pela percentagem decrescente de tempo.

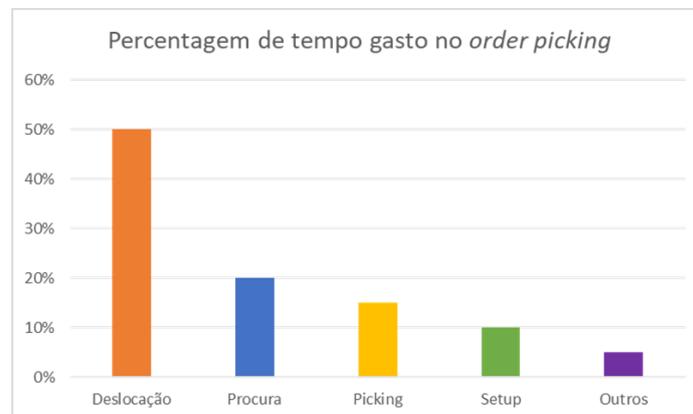


Figura 4 - Percentagem de tempo gasto no *order picking*. Adaptado (Tompkins & Smith, 1988)

Como é possível observar, a deslocação e a procura pelo material a ser recolhido, são as duas tarefas mais demoradas na recolha de uma encomenda com cerca de 50% e 20% do tempo total gasto, respetivamente, seguidas do *picking* (15%), *setup* (10%) e outras tarefas menores (5%).

Na literatura, as estratégias de *order picking* essencialmente mais utilizadas são:

1. **Discreto ou *picker-to-parts***: o *picker* efetua uma rota de recolha por cada pedido de encomenda recebido. Este método é muito ineficiente, na recolha de encomendas de baixas quantidades e/ou com produtos repetidos, uma vez que o *picker* demora tempo nas sucessivas deslocações (Rushton et al., 2014).
2. **Por lote ou *batch picking***: o *picker* agrupa todas as encomendas necessárias, numa só e recolhe todo o material necessário numa só rota de *picking*. No final da recolha, separam-se os produtos recolhidos pelas encomendas dos clientes. Este método é eficiente, especialmente, na recolha de encomendas de baixas quantidades, no entanto tem maior probabilidade de falha na separação das encomendas (Rushton et al., 2014).
3. **Por zona ou *zone picking***: o armazém é dividido em diferentes zonas, com colaboradores específicos dedicados a cada uma delas. A principal vantagem deste método é a enorme redução no tempo gasto com deslocações, uma vez que os *pickers* apenas se deslocam na pequena área que lhes foi atribuída. A principal desvantagem é que produtos, que pertencem à mesma

encomenda, são recolhidos separadamente, sendo necessário o seu agrupamento na zona de expedição, podendo dar origem a erros nas encomendas (de Koster et al., 2007).

4. **Por onda ou *wave picking***: as ordens de recolha funcionam por agendamento, sendo as mesmas agendadas para o período de recolha mais oportuno. Esta estratégia obriga a uma coordenação de funções entre o *picking* e a expedição (Ackerman, 2012).

2.3.6 Tecnologias associadas ao *picking*

Existem diversas tecnologias associadas à tarefa de *order picking*, com o objetivo de melhorar a eficiência da tarefa e a produtividade do operador.

As principais tecnologias utilizadas, segundo vários autores, são:

- **Leitores de rádio frequência (*RF scanning*)**: O *RF scanning* é um dispositivo de manipulação de materiais que utiliza tecnologia de informação sem fios para se conectar ao *software* da empresa, permitindo a eliminação das listas e instruções, já que as informações são armazenadas diretamente no dispositivo (Bowersox et al., 2013).
- **Identificação por rádio frequência (*RFID*)**: O sistema *RFID* é uma tecnologia de identificação que utiliza a rádio frequência para troca de dados. São colocadas nos produtos, etiquetas que emitem sinais de rádio que são capturados por dispositivos de leitura, permitindo geri-los, localizá-los e identificá-los (Espinal et al., 2010).
- ***Picking por luz***: Este sistema envolve a coleta dos materiais de um pedido específico por meio de sensores de luz. Quando uma ordem de encomenda é gerada, os sensores colocados nas unidades a serem recolhidas são ativados. Dessa forma, a recolha dos materiais é realizada de acordo com os sinais luminosos emitidos pelos sensores (Bowersox et al., 2013).
- ***Picking por voz***: O *picking por voz* é um sistema que envolve um dispositivo de áudio, que acompanha o *picker*, convertendo as listas de encomenda em dados que são transmitidos em sinais sonoros. Este dispositivo comunica em tempo real com o computador por meio de rádio frequência (Azanha et al., 2016).

2.4 *Lean thinking*

Lean manufacturing surgiu a partir de um programa de pesquisa iniciado por cientistas do Instituto de Tecnologia de *Massachusetts*, na década de 80. No entanto, a ideia e os princípios do *lean manufacturing*

foram derivados do sistema de produção da *Toyota* (TPS) que começou no início da década de 40, desenvolvido pela *Toyota Motor Company* para produzir carros da melhor qualidade com o menor custo e o menor tempo de entrega (Bashir et al., 2020).

Neste subcapítulo, efetua-se uma introdução ao *lean thinking*, com especial ênfase à sua aplicação no contexto de armazém.

2.4.1 *Lean thinking* no armazém

O *lean thinking* assenta em cinco princípios (Bashir et al., 2020; Womack & Jones, 1996):

1. **Identificar valor:** Encontrar o problema que o cliente necessita resolver e fazer do produto ou serviço, a solução;
2. **Mapear a cadeia de valor:** Mapear todas as etapas e processos envolvidos na obtenção do produto ou serviço, identificando os passos que não acrescentem valor, com o objetivo de os eliminar;
3. **Estabelecer um fluxo contínuo:** Eliminar interrupções, atrasos ou gargalos no processo de obtenção do produto ou serviço, de forma a que este flua suave e continuamente até ao cliente final;
4. **Produção puxada:** A procura comanda a produção, isto é, um novo trabalho só é iniciado se houver procura pelo mesmo. Este princípio minimiza a sobrecarga e otimiza custos de armazenamento, uma vez que reduz os níveis de inventário;
5. **Buscar a perfeição:** Tornar o *lean thinking*, uma parte da cultura da instituição, garantindo que todos os envolvidos são capazes de identificar oportunidades de melhoria e aplicar mudanças, continuamente.

Nos armazéns, a aplicação de conceitos *lean* para identificar e eliminar os desperdícios (Tabela 1) é um método que pode ser implementado para manter um curto tempo de resposta para as mercadorias, ao mesmo tempo que aumenta a utilização dos recursos do armazém, como colaboradores, máquinas e corredores de armazenamento. Todos os desperdícios identificados na produção, podem ser traduzidos para os processos armazém (Ackerman, 2007).

Tabela 1 - Desperdícios na produção e no armazém. Adaptado (Ackerman, 2007).

Tipo de desperdício	Produção	Armazém
Sobreprodução	Produção de quantidades excessivas, ultrapassando as necessidades.	Excesso de <i>stock</i> é considerado uma "sobreprodução" nos processos de armazém.
Tempo de espera	Tempo perdido por máquinas, pessoas e produtos.	O mesmo que na produção.
Transporte	Transporte desnecessário de produtos e/ou ferramentas.	Transporte ou manuseamento desnecessários de mercadoria.
Inventário	Excesso de <i>stock</i> de matérias-primas, produtos em vias de fabrico ou produtos acabados em qualquer parte do processo produtivo.	Uma fraca gestão de inventários, dá origem a ruturas de <i>stock</i> que são consideradas um desperdício.
Sobreprocessamento	Operações realizadas que não acrescentam valor ao produto.	Verificação excessiva de materiais e processos.
Movimentos	Deslocações que não acrescentam valor ao produto.	A procura por materiais ou ferramentas gera desperdícios de movimentos.
Defeitos	Não conformidades que não cumprem os requisitos do cliente e/ou da empresa.	Erros cometidos nos processos de armazém geram desperdícios.

A tradução destes princípios *lean* para a sua aplicabilidade no armazém, cria o conceito de *lean warehousing*.

O *lean warehousing*, um conceito relativamente novo, pode desempenhar um papel significativo na redução do custo das operações logísticas e na diminuição do tempo de entrega, aumentando assim a satisfação do cliente (Bashir et al., 2020).

Na prática, a maioria dos armazéns cria valor para os clientes criando utilidade através da disponibilidade e localização do produto. Uma forma importante de maximizar o valor agregado é adotar a prática de *lean distribution*.

Lean distribution pode ser definida como a minimização de desperdícios na cadeia de abastecimento, ao mesmo tempo em que disponibiliza o produto certo ao cliente final, no momento e local adequados (Reichhart & Holweg, 2007).

2.4.2 Técnica *poka-yoke*

O erro humano é inevitável, pelo que o sistema produtivo deve estar desenhado de forma evitar que os produtos defeituosos sejam entregues ao cliente.

A palavra *poka-yoke* é de origem japonesa e significa à prova de erros. É definido como um mecanismo que deteta erros e defeitos por meio da inspeção de 100% dos produtos e oferece um *feedback* imediato (Shingo, 1986).

Quase todos os erros podem ser evitados se for feito um esforço para identificá-los e tomar medidas para preveni-los usando métodos *poka-yoke*, isto é implementar dispositivos simples e de baixo custo que detetam situações anormais antes que ocorram ou, uma vez ocorridas, interrompem a linha de produção para prevenir defeitos (Dennis, 2007; Shimbun, 1989).

Os mecanismos *poka-yoke* podem ser divididos em três diferentes funções (Shingo, 1986):

1. **Paragem:** A operação é interrompida quando um defeito é previsto ou detetado;
2. **Controlo:** Deteta o erro e impede que a tarefa prossiga para a próxima fase;
3. **Aviso:** Chama a atenção do colaborador para um erro que foi cometido.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O projeto de dissertação foi desenvolvido na empresa Carclasse – Comércio de Automóveis, SA., nas instalações de Braga (Figura 5).

A Carclasse é um concessionário e oficina automóvel autorizada da Mercedes-Benz, com mais de 25 anos de atividade no mercado. Representante das marcas de automóveis *Smart*, *Jaguar* e *Land Rover*, mais recentemente, tornou-se agente de assistência da marca TESLA.

O aumento da cobertura territorial, sempre foi uma das suas estratégias, pelo que atualmente, a Carclasse conta com cerca de 500 funcionários e 7 pontos de venda e oficinas espalhados pelo país, com maior incidência na região do Minho.



Figura 5- Carclasse – Comércio de Automóveis, SA – Em Braga.

A missão da empresa é prestar o melhor serviço aos seus clientes de forma a garantir a sua fidelização, seguindo valores como o compromisso, a ética, a qualidade, a sustentabilidade e a inovação.

3.1 Estrutura organizacional

A Carclasse divide-se em duas grandes áreas de negócio. Uma área de vendas destinada à comercialização de veículos novos ou usados e uma área de serviço pós-venda que engloba atividades como reparação mecânica, reparação de carroçaria, pintura de viaturas e comercialização de peças.

O serviço de pós-venda da Carclasse subdivide-se em três departamentos (Figura 6), o departamento de peças que é responsável pela venda de peças ao público e pelo abastecimento das mesmas aos restantes dois departamentos. O departamento de colisão trata dos serviços de chaparia e pintura de veículos. Por fim, o departamento de mecânica é responsável pelos serviços de reparação a veículos comerciais pesados, veículos comerciais ligeiros e veículos comerciais de passageiros.

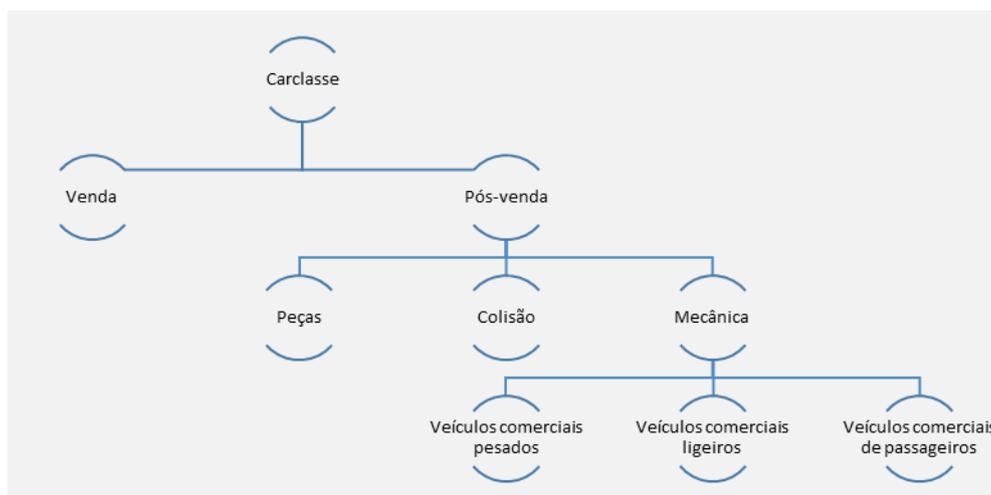


Figura 6 - Estrutura organizacional do serviço de pós-venda

O departamento de peças controla toda a logística interna da empresa, desde a receção e armazenagem do material, até à sua expedição.

O armazém de peças automóveis possui cinco colaboradores que trabalham, ativamente, nos processos logísticos, estando dois deles responsáveis pela recolha e entrega de encomendas a clientes internos, um é responsável pela recolha e entrega de encomendas a clientes internos e outros dois estão responsáveis pela gestão do armazém, incluindo processos de receção, conferência e arrumação da mercadoria.

3.2 Missão, valores e objetivos

A Carclasse é uma empresa cuja missão é oferecer serviços de excelência aos seus clientes, sempre levando em consideração suas expectativas e necessidades. Ao colocar o cliente no centro de suas operações, a empresa busca não apenas atender, mas também superar as suas expectativas, com o intuito de construir relacionamentos duradouros e garantir sua fidelização.

Com uma sólida experiência no mercado automobilístico, a Carclasse estabeleceu-se como uma referência no ramo, representando marcas de renome e destacando-se pela qualidade dos serviços prestados. A empresa possui uma equipa altamente qualificada e comprometida, que está em constante melhoria para oferecer soluções eficazes e personalizadas aos seus clientes.

Além disso, a Carclasse tem como objetivo principal prosperar sua liderança no setor automotivo, aprimorando continuamente seus processos e estratégias. Através do cumprimento de seus valores fundamentais, como o foco no cliente, o compromisso, a ética, a qualidade, a sustentabilidade e a inovação, a empresa busca se diferenciar no mercado e alcançar um crescimento sustentável e consistente.

A sustentabilidade é uma preocupação central procurando constantemente incorporar práticas ecológicas nas suas operações. A empresa está comprometida em adotar medidas que contribuam para a preservação do meio ambiente e para a construção de um futuro mais sustentável. Além disso, valoriza a inovação, buscando novas formas de melhorar os seus serviços e se manter atualizada num mercado em constante evolução.

Assim, a Carclasse destaca-se pela qualidade dos serviços oferecidos, pela sua abordagem centrada no cliente, pelo seu compromisso com a sustentabilidade e pela procura contínua por inovação. Com uma trajetória consolidada e uma visão de futuro promissora, a empresa está pronta para enfrentar os desafios do mercado automobilístico e oferecer a melhor experiência aos seus clientes.

4. DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL DO ARMAZÉM

Neste capítulo, realiza-se uma descrição atual do armazém da Carclasse, em Braga, bem como a apresentação das principais tarefas intralogísticas e os problemas identificados.

O armazém de peças automóveis é o coração dos processos logísticos da empresa, satisfazendo as necessidades de clientes internos (na oficina Carclasse) e clientes externos (individuais, outras oficinas e revendedores).

4.1 Disposição e *layout* do armazém de peças

O armazém de peças da Carclasse, em Braga, é constituído por dezasseis alinhamentos de *racks* e diversas localizações que se estendem pelas extremidades do armazém. Possui nove corredores e uma zona destinada à movimentação e manuseamento de mercadoria rececionada, zona central a amarelo, no layout (Figura 7).

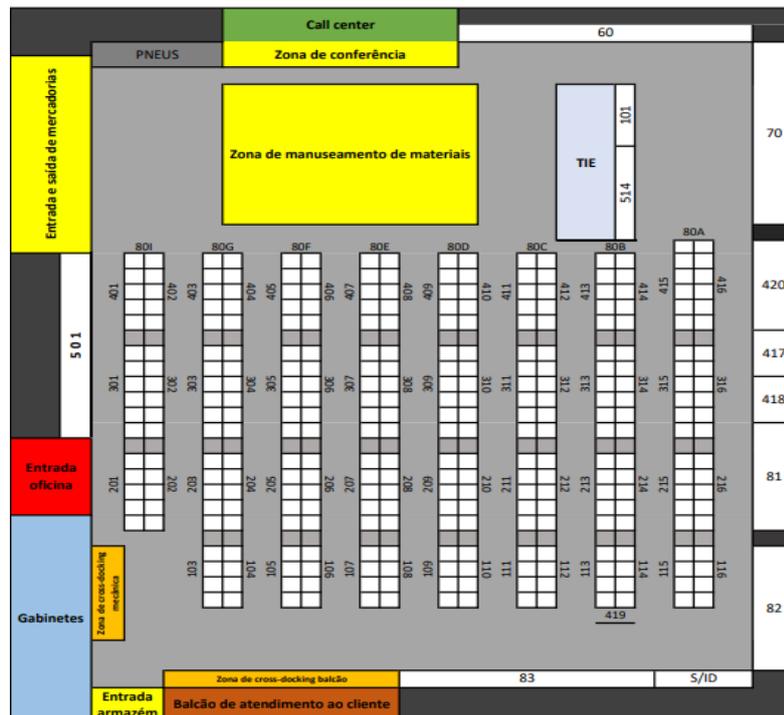


Figura 7- *Layout* do armazém de peças da Carclasse, em Braga.

Os *racks* que constituem os alinhamentos do armazém, possuem até oito níveis, existindo uma passagem transversal aos *racks* intermédia (Figura 8).



Figura 8 - Alinhamento de racks (à esquerda), passagem transversal entre os racks (à direita).

A localização das peças, nas *racks*, é identificada por códigos com uma estrutura como a exemplificada na Figura 9. No exemplo, consta a localização de um artigo na estante 103 na *rack* A e no 1º nível:

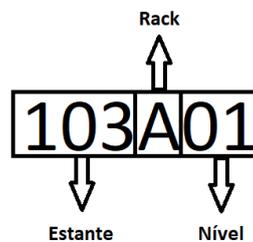


Figura 9 - Estrutura de identificação de localização.

A organização dos *racks* segue uma ordem matricial (Figura 8), com 16 alinhamentos, um total de 62 estantes e 199 *racks*. As estantes variam do número 201 ao 416 e os *racks* variam do A ao G.

4.2 Receção e conferência de mercadoria

Nas instalações de Braga, o armazém de peças recebe mercadoria, diariamente, proveniente exclusivamente do armazém central ibérico da Mercedes-Benz, situado em Miralcampo, na Espanha.

A mercadoria é transportada e recebida em caixas de grade dobráveis (Figura 10)., que são propriedade do armazém central da marca Mercedes-Benz. As suas características facilitam o transporte e acomodação no camião.



Figura 10 - Caixa de grade dobrável.

Todas as embalagens recebidas estão identificadas com uma etiqueta de fábrica que identifica o tipo de peça no seu interior. Por exemplo, a Figura 11 apresenta uma etiqueta de um filtro antipolvo onde está identificado também a quantidade de filtros dentro da embalagem.



Figura 11 – Exemplo de etiqueta de fábrica, Mercedes-Benz.

Após a receção da mercadoria, inicia-se a conferência do material rececionado, verificando-se as referências, as quantidades e o estado das peças, de acordo com as guias de transporte. Todo este processo é feito manualmente (Figura 12).

Caso se verifiquem inconformidades, efetua-se uma reclamação ao fornecedor, a fábrica da Mercedes-Benz. Caso contrário, procede-se à introdução das informações das guias de transporte no sistema informático, de modo a disponibilizar a mercadoria recebida para movimentações internas.

No anexo I, encontra-se o fluxograma do processo de receção e conferência de mercadoria, na Carclasse, em Braga.



Figura 12 - Guias de transporte (à esquerda), mercadoria para conferência (à direita)

4.3 Armazenamento e *cross-docking*

Após a introdução do material no sistema informático, este fica automaticamente disponível. A localização, ou falta dela, de determinada peça, pode ser consultada em sistema, ou na etiqueta atribuída no armazém central, em Miralcampo (Figura 13).



Figura 13 - Exemplo de uma etiqueta do armazém central, bem como a localização da peça

As peças rececionadas têm sete destinos possíveis, ou são armazenadas em *stock* ou procedem para o *cross-docking*, sendo que este é efetuado para seis destinos diferentes (Tabela 2).

Tabela 2- Destino da peça, tendo em conta a informação da etiqueta do armazém central.

Informação na Etiqueta	Destino da peça
Localização (ex. 310A02)	Peça para <i>stock</i> , com localização definida
00000000	Peça para <i>stock</i> , sem localização definida
V + nº WIP	Peça para <i>cross-docking</i> balcão, peça pedida no balcão de atendimento
P + nº WIP	Peça para <i>cross-docking</i> balcão, peça pedida no <i>call-center</i>
C + nº WIP	Peça para <i>cross-docking</i> chaparia
M + nº WIP	Peça para <i>cross-docking</i> mecânica
N + nº WIP	Peça para <i>cross-docking</i> pesados
L + nº WIP	Peça para <i>cross-docking</i> ligeiros comerciais

No caso de se tratar de uma referência nova, ou seja, sem localização atribuída, ao inserir no sistema informático, cria-se em sistema aquela que deve ser a sua localização, ficando atribuído um código por exemplo 103A01, onde consta que está localizado na estante 103 na rack A e no 1º nível.

Após a verificação da localização da peça, esta é colocada na sua devida localização (Figura 14).

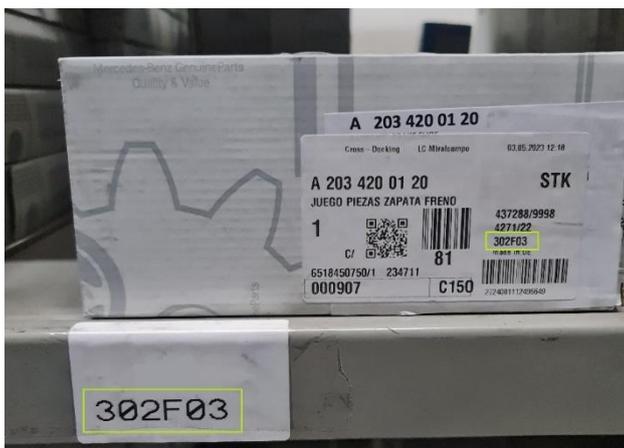


Figura 14 – Peça arrumada na sua localização.

No caso de a peça possuir um destino prévio (Tabela 2), é colocada na estação de *cross-docking*.

No Anexo II, está o fluxograma do processo de arrumação e *cross-docking*, na Carclasse, em Braga.

Material obsoleto

O material obsoleto, para além de elevados custos de posse, resulta num desperdício financeiro, uma vez que o seu valor diminui com o passar do tempo podendo tornar-se nulo, impedindo a empresa de obter retorno sobre o valor investido.

Através da análise do *stock*, em armazém (Tabela 3), verificou-se que 59% das referências armazenadas não têm qualquer rotação efetuada há mais de cinco anos, sendo consideradas como “*stock* obsoleto”; 8% não foram movimentadas há mais de dois anos e menos de cinco, tendo a designação de “*stock* sem rotação”; 9% das referências armazenadas não movimentadas há mais de um ano e menos de dois, sendo designando por “*stock* adormecido” e apenas 24% das referências armazenadas possuem, pelo menos, uma movimentação nos últimos 12 meses (“*stock vivo*”).

Tabela 3 - Dados de frequência de vendas do material em *stock*.

	nº REF.	%
Stock Obsoleto (Sem vendas > 5 anos)	9501	59%
Stock Sem Rotação (Sem vendas 2-5 anos)	1269	8%
Stock Adormecido (Sem vendas 1-2 anos)	1522	9%
Stock Vivo (Sem vendas 0-1 ano)	3801	24%
TOTAL	16093	100%

Existe assim, uma heterogeneidade de peças, quanto à sua rotação, no armazém, da Carclasse. O problema percebido é que esta heterogeneidade não está identificada e conseqüentemente, as peças, independentemente da designação de tipo *stock* que tenham, estão armazenadas indistintamente por todo o armazém de peças. Ao efetuar o *order picking*, por vezes há necessidade de maiores deslocamentos no armazém para ir recolher “*stock vivo*”, pois existe “*stock obsoleto*” mais próximo da saída do armazém do que a peça necessária.

4.4 *Picking* de encomendas

A Carclasse, em Braga, possui três *pickers* responsáveis por efetuar o *picking*, das encomendas quer para clientes internos quer para externos. Dois desses colaboradores servem de suporte às oficinas (clientes internos), enquanto apenas um é responsável por satisfazer as necessidades dos clientes externos que se deslocam ao balcão ou que telefonam.

Clientes internos

Toda a informação necessária à prestação de serviço a uma e única viatura, concretamente, os dados do veículo, os dados do cliente, os serviços e peças necessários a prestar, encontram-se num documento digital, criado no momento da receção do veículo, denominado de *Work-In-Process (WIP)*.

O processo de *picking* de encomendas de clientes internos, inicia-se com o contacto efetuado pelo mecânico ao caixeiro, solicitando a necessidade das peças para efetuar o serviço.

Consulta-se a *WIP* associada à viatura e caso as peças necessárias não constem na *WIP*, procede-se à identificação das mesmas através de um *Electronic Parts Catalogue (EPC)* e estas são introduzidas na

WIP. Caso as peças já lá constem, imprime-se uma lista de recolha e inicia-se o processo de *picking* das mesmas (Figura 15).

Para dar saída, em sistema, das peças recolhidas, efetua-se a impressão da folha de requisição e entrega-se ao mecânico, juntamente com o material solicitado.

REFERÊNCIA DA PEÇA	DESCRIÇÃO	PREÇO	QTD	UNID	LOC ARMAZÉM
MA970 320 00 44 ✓	COXIM DE BORRACHA	19.96	4.00	UNID	105B02
MA970 320 03 44 ✓	COXIM DE BORRACHA	39.09	4.00	UNID	105B02
MA970 490 05 65 ✓	MANGUEIRA DE ENROLAR	77.08	1.00	UNID	206D05
MA970 401 00 71 ✓	PRISIONEIRO DA RODA	10.15	11.00	UNID	305C04

Figura 15 -Exemplo de lista de recolha.

No Anexo III, está o fluxograma do processo de *order picking*, na Carclasse, em Braga.

Cientes externos

Os clientes externos podem efetuar contacto com a oficina, quer através de chamada telefónica para o *call-center*, quer via correio eletrónico ou ainda presencialmente.

Após a identificação das peças pedidas pelo cliente externo, através do *EPC*, abre-se uma *WIP*, onde se introduz as peças e imprime-se uma lista de recolha. O restante processo é igual ao *picking* de clientes internos.

4.4.1 Problema: *Erros de order picking*

O *order picking* é uma das tarefas essenciais, do armazém de peças, pois garante o abastecimento de peças para os clientes internos e externos, definindo a fluidez de trabalho nestas duas secções.

O correto funcionamento do *order picking* revela-se crucial para a performance de toda a empresa. Foram detetados dois possíveis tipos de erros no *order picking*:

1. Erro na referência (i.e., recolher a referência errada, na quantidade certa)
2. Erro na quantidade (i.e., recolher a referência certa, na quantidade errada)

Efetuiu-se um acompanhamento dos caixeiros do armazém de peças, de modo a quantificar os erros cometidos, bem como, o tempo gasto na execução da tarefa. Todos os dados recolhidos constam no anexo IV.

Quantificou-se, empiricamente por observação e registo, os erros cometidos. A amostra foi obtida de forma aleatória, durante 1 mês, procurando cobrir o maior número de cenários de *order picking* possíveis. Num total de 34 observações, verificaram-se 25 erros cometidos. Em média, cada colaborador demorou 41 segundos a efetuar a recolha de uma única peça (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo erros de order picking

Nº Observações	Nº Referências recolhidas	Nº Erros cometidos	% Erros
34	419	25	6%

Os erros no processo de *order picking* surgem, principalmente, por falha humana. A ocorrência de erros gera retrabalho e tempo de espera na oficina por falta de peças.

4.4.2 Problema: Erros de *stock*

As referências de peças novas possuem um padrão com 10 algarismos. No entanto, existem três variantes dessas peças que têm 12 algarismos: 1) adicionando "/90" quando a peça é produzida com materiais de qualidade inferior; 2) adicionando "/80" para quando as peças são recondicionadas e 3) adicionando "/64" para quando as peças foram fabricadas por fornecedores diferentes do habitual. Os três tipos de variantes das peças possuem valores de venda diferentes (Tabela 5).

Tabela 5 – Exemplos de diferentes variantes da mesma peça da marca Mercedes-Benz.

Referência	Natureza da peça
A123 456 78 90	Peça normal
A123 456 78 90/64	Peça proveninete de um fornecedor diferente do habitual
A123 456 78 90/80	Peça recondicionada
A123 456 78 90/90	Peça fabricada com materiais de qualidade inferior

Apesar de serem peças com características diferentes, são visualmente iguais, levando a erros de seleção de uma peça com natureza diferente daquela que foi pedida inicialmente.

Quando os erros de seleção não são detetados pelo cliente interno ou externo, resultam em desvios entre o *stock* em sistema informático e o *stock* físico, isto é, a quantidade de *stock* em sistema, não coincide com a quantidade de *stock* físico no armazém de peças.

Estes desvios de *stock* provocam ruturas inesperadas (não existindo quando necessário) ou excesso de *stock* (gera encomendas desnecessárias), pois o sistema informa a existência errada de peças em armazém.

Numa situação de rutura de *stock*, para não perder a venda, a empresa efetua uma encomenda urgente à fábrica ou ao armazém central, incorrendo em custos extras.

4.4.3 Problema: Tempos de espera na oficina

Na oficina da Carclasse, em Braga, existem 2 *pickers* para satisfazer as necessidades de cerca de 40 clientes internos. Existindo 2 postos de identificação de peças para recolha, um por cada *picker* (Figura 16).



Figura 16 - Posto de identificação de peças

Em determinadas ocasiões, o tempo de ciclo da necessidade de peças é inferior ao tempo de ciclo da tarefa de identificação de peças, gerando fila de espera, impactando na produtividade da empresa.

4.5 Expedição

Clientes externos

A expedição de encomendas para clientes externos, é um processo pouco utilizado pelo armazém de peças, da Carclasse, em Braga.

O tratamento de encomendas de clientes externos que solicitam entrega nas suas instalações, ou outros sítios específicos, é responsabilidade de apenas um único colaborador. Esse colaborador recebe as encomendas, normalmente, via correio eletrónico. Posteriormente efetua o *picking* das peças encomendadas, de seguida, procede ao embalamento, faturação, transporte para o local.

Transferência interempresas

As transferências interempresas (TIE) são o canal interno de movimento de peças, entre os diferentes concessionários pertencentes ao grupo Carclasse. Este canal foi desenvolvido de forma a integrar os diferentes pontos de venda, procurando melhorar a sua capacidade de resposta, às necessidades dos seus clientes. Os pedidos das concessionárias são submetidos e rececionados pelo ERP da empresa (Figura 17).



WIP	Conta	Descrição	Data Req	Data	Hora	Wip Req
33602	K000003	TIE - Carclasse FAMILIÇÃO	29/06/23	29/06/23	18:33	33 4715
33605	K000002	TIE - Carclasse BARCELOS	30/06/23	30/06/23	08:36	36 1103
33613	K000003	TIE - Carclasse FAMILIÇÃO	30/06/23	30/06/23	09:01	01 4737
33625	K000004	TIE - Carclasse VIANA DO CASTELO	30/06/23	30/06/23	09:27	27 5672
33626	K000005	TIE - Carclasse GUIMARÃES	30/06/23	30/06/23	09:29	29 5288
33660	K000006	TIE - Carclasse Lisboa	30/06/23	30/06/23	11:28	28 3032
33670	K000003	TIE - Carclasse FAMILIÇÃO	30/06/23	30/06/23	12:05	05 4620
33671	K000005	TIE - Carclasse GUIMARÃES	30/06/23	30/06/23	12:11	11 5097
33677	K000004	TIE - Carclasse VIANA DO CASTELO	30/06/23	30/06/23	12:16	16 6023
33679	K000003	TIE - Carclasse FAMILIÇÃO	30/06/23	30/06/23	12:19	19 4620
33682	K000002	TIE - Carclasse BARCELOS	30/06/23	30/06/23	12:27	27 1085
33686	K000006	TIE - Carclasse Lisboa	30/06/23	30/06/23	13:33	33 2861
33689	K000005	TIE - Carclasse GUIMARÃES	15/06/23	30/06/23	14:08	08 5150

Figura 17 - Transferências interempresas pendentes

Após a receção da encomenda de outro concessionário Carclasse, os dois colaboradores responsáveis pela gestão do armazém, efetuam o *picking* e colocam a encomenda separada no espaço destinado às TIE.

4.6 Resumo dos problemas identificados

Na tabela 6 é possível encontrar um resumo dos problemas encontrados nos processos de armazém de peças, da Carclasse.

Tabela 6 - Tabela resumo dos problemas identificados

Problema	Resumo	Causa
Material Obsoleto	59% das referências em armazém não foram alvo de vendas há mais de 5 anos	
Erros de <i>order picking</i>	Num total de 34 recolhas observadas, verificaram-se 25 erros cometidos pelos caixeiros.	Falha humana
Erros de <i>stock</i>	Quantidade em stock em sistema informático, não coincide com a quantidade em stock físico no armazém de peças	Erros de <i>order picking</i>
Tempos de espera na oficina	Fila de espera por parte dos mecânicos para que o picker identifique as peças necessárias	Incapacidade de resposta na tarefa de identificação das peças, por parte dos pickers

5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo propõem-se melhorias com o objetivo de reduzir ou mitigar os problemas descritos no capítulo 4.

Um sumário das propostas de melhoria encontra-se na tabela 7.

Tabela 7 - Tabela 5W2H das propostas de melhoria

Porquê?	Mitigar erros de <i>order picking</i> e de <i>stock</i>	Diminuir tempo de espera dos mecânicos na identificação de peças	Melhorar fluxo do <i>order picking</i>
Onde?	Armazém de peças	Oficina	Armazém de peças
Quando?	01/03/2023	01/05/2023	01/01/2024
Quem?	-	-	-
Como?	Implementação informática e utilização de dispositivos <i>RF Scanning</i>	Aumento de 2 postos de identificação de peças	Arrumação do Material Obsoleto num local próprio
Quanto?	30 000 €	1 000 €	700 €

A primeira proposta seria a implementação de um sistema de leitura ótica de código de barras que pretende mitigar os problemas: “erros de *picking*” e “erros de *stock*”. Outra proposta é a alteração da responsabilidade na identificação das peças para a oficina, pretendendo mitigar “tempo de espera na oficina”. Para o problema do material obsoleto, a proposta seria a reordenação das peças no armazém de forma que as peças consideradas como obsoletos ficassem colocadas o mais afastado possível dos acessos de entrada e saída, permitindo que as peças de *stock* vivo tivessem uma maior facilidade e rapidez de acesso no *picking*.

5.1 Sistema de leitura de código de barras

A utilização de um sistema de leitura ótica de códigos de barras na tarefa de *order picking* tenta mitigar a ocorrência de erros por falha humana, tendo em conta os seus mecanismos de controlo.

As principais características de um sistema de leitura ótica que permitem o controlo de erros são:

1. **Orientação durante a recolha:** Fornecem instruções precisas sobre a localização dos itens a serem recolhidos, evitando erros de localização. Isso ajuda os *pickers* a navegar facilmente pelos corredores e prateleiras, melhorando a eficiência e minimizando os erros de recolha.
2. **Verificação em tempo real:** Ao ler os códigos de barras dos produtos, o sistema fornece uma verificação instantânea. Os *pickers* recebem *feedback* imediato, indicando se o item é o correto ou se existe algum erro. Essa verificação em tempo real ajuda a evitar que itens errados sejam recolhidos e reduz a necessidade de posteriores retificações.
3. **Atualização de inventário em tempo real:** Regista automaticamente as informações de recolha, permitindo que o inventário seja atualizado em tempo real, eliminando a necessidade de contagens manuais e reduzindo os erros de registo.
4. **Rastreabilidade e histórico:** Regista todas as transações de recolha, criando um histórico detalhado das atividades. Isso facilita a rastreabilidade e a resolução de problemas em caso de erros ou discrepâncias. Os dados recolhidos podem ser usados para análise posterior, identificando padrões de erros e áreas de melhoria nas operações de *order picking*.

O custo de implementação desta proposta ronda os 30.000€, onde estão incluídos custos com a compra de dispositivos de leitura, custos de etiquetagem, custos de serviço de implementação e consultoria.

5.2 Alteração de responsabilidades na identificação de peças

Para diminuir as filas de espera de clientes internos, na identificação de peças, reduzindo o seu tempo não produtivo, sugere-se a criação de mais dois postos para a identificação de peças, passando essa tarefa a ser executada pelo próprio cliente interno.

Atualmente, o sistema tem capacidade para atender dois clientes internos, ao mesmo tempo (Anexo V). Com a implementação desta proposta, o sistema passaria a ter uma capacidade de atender quatro clientes internos, simultaneamente, sem necessitar de mais recursos humanos (Anexo VI).

Esta solução também permitiria libertar os *pickers* dessa tarefa, permitindo que se concentrassem noutras tarefas de gestão de armazém que fosse necessário.

O custo estimado desta medida é cerca de 1000€, sendo necessário adquirir dois computadores portáteis, duas secretárias móveis e duas licenças extra de *autoline* (sistema *ERP* da Carclasse). Importa ressaltar a necessidade de formação aos mecânicos no sistema EPC.

5.3 Arrumação dos obsoletos

A eficiência do desempenho do armazém de peças está diretamente relacionada com a sua capacidade de atender a procura do mercado de forma ágil e organizada. Nesse contexto, a implementação de uma proposta que vise remover materiais obsoletos das prateleiras é uma medida estratégica para otimizar o fluxo do processo da tarefa de *order picking*.

A presença de materiais obsoletos nas prateleiras representa um obstáculo significativo ao processo de *order picking*. Esses materiais, que não são alvo de qualquer tipo de venda há mais de 5 anos, ocupam muito espaço (correspondem a 59% das referências em armazém) e podem causar erros na hora de coletar os itens corretos. Além disso, a permanência desses materiais desatualizados no *stock* levanta custos desnecessários de armazenagem, reduzindo a eficiência geral do armazém.

Com a implementação dessa proposta de melhoria é possível melhorar o fluxo do *order picking*, pois a remoção dos materiais obsoletos permitirá a libertação de espaço, melhorando a alocação do *stock* vivo no armazém, reduzindo os custos e permitirá um ambiente de trabalho mais organizado para a equipa.

6. IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo aborda-se a implementação de uma das propostas de melhoria, o Sistema de leitura de códigos de barras no armazém de peças. Posteriormente apresentam-se os resultados previstos de obter-se as restantes propostas fossem implementadas.

6.1 Sistema de leitura ótica de código de barras

Para combater os erros de *order picking*, implementou-se uma tecnologia associada à indústria 4.0, nomeadamente, o sistema de *order picking* digital. O *order picking* passou a ser efetuado com o auxílio de um equipamento leitura ótica de código de barras.

O equipamento leitura ótica de código de barras é constituído por dois dispositivos, um dispositivo principal, o computador de mão (Figura 18), que recebe, manipula e envia informação, e um dispositivo auxiliar, o leitor de mão (Figura 18), que apenas lê a informação de um código de barras ou *QR Code*, através de um *scan*, transmitindo essa informação para o computador de mão, instantaneamente.

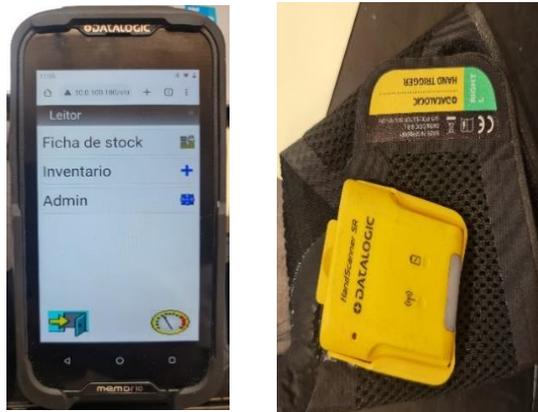


Figura 18 - Computador de mão (à esquerda), leitor de mão (à direita)

Foi adquirido um computador de mão para cada colaborador do armazém de peças, num total de cinco.

De forma a tornar o armazém apto à implementação desta tecnologia, foi necessário etiquetar todos os locais de armazenamento, pré-existent, com os códigos de barras (Figura 19).



Figura 19 - Etiqueta de localização.

Apesar do sistema ler os códigos de barras que a mercadoria traz da fábrica da Mercedes-Benz, nem todo o material recebido está devidamente etiquetado, pelo que se procedeu à sua etiquetagem, principalmente das referências rececionadas avulso (Figura 20).



Figura 20 - Etiquetas de referências.

Após o pedido de necessidade de peças, pelo mecânico, para continuar a reparação, o *picker* acede à *WIP* do veículo, seleciona as peças a separar e imprime a lista de recolha.

Com a implementação da nova tecnologia de *order picking* digital, a lista de recolha deixou de ser impressa em papel, existindo apenas em formato digital, ficando disponível para operar, no computador de mão (Figura 21).

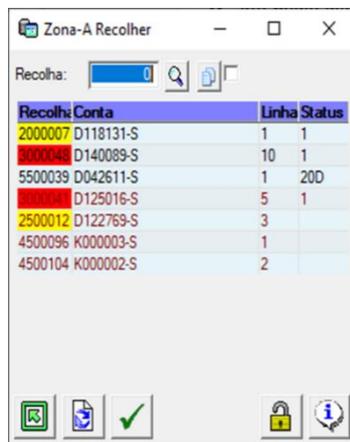


Figura 21 - Listas de recolha prontas para iniciar o *order picking*.

Após selecionar a lista para o *picking*, aparece no visor a lista de referências a recolher, bem como as respetivas localizações (Figura 22).

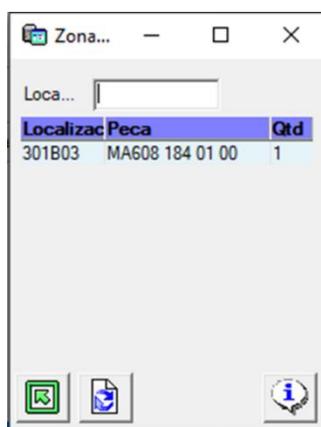


Figura 22 – Lista de material a recolher.

Para iniciar o *picking*, efetua-se a leitura ótica de uma das localizações listadas. Caso a localização utilizada não conste na lista, o sistema não permite avançar para o item seguinte (Figura 23), ficando a aguardar a digitalização da localização correta.

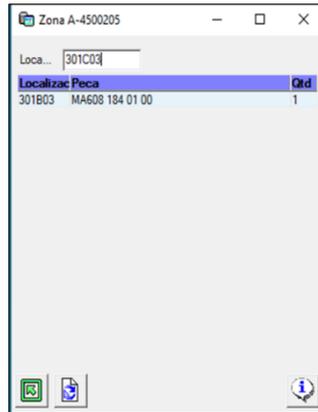


Figura 23 – Display do sistema não permite avançar, se for scaneada a localização errada.

Após a leitura da localização do item pretendido, o sistema sugere a referência seguinte a ser lida a localização e respetiva recolha, tendo em conta a localização inicialmente lida (Figura 24). No caso de ler a referência errada, o sistema emite um aviso e não permite o avanço da tarefa (Figura 24) até que a peça correta seja identificada pelo leitor.



Figura 25 - Sistema sugere o scan de uma peça (à esquerda); resposta do sistema ao erro no scan da peça (à direita).

O sistema também controla a quantidade recolhida pelo *picker*, pelo que emite avisos caso a quantidade recolhida que é registada seja inferior (Figura 25) ou superior (Figura 25) à quantidade que consta na lista de recolha.

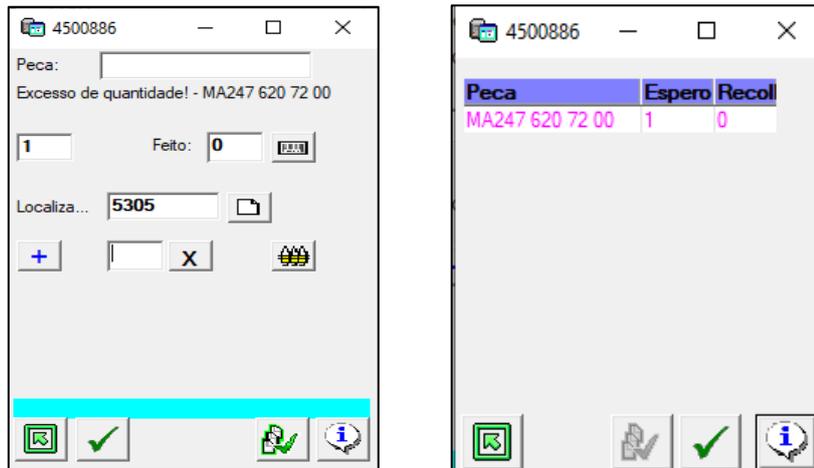


Figura 24 - Mensagem do sistema quando: a quantidade introduzida excede a quantidade encomendada (à direita); fica em falta recolher alguma unidade de uma peça (à esquerda).

Após recolhidas todas as peças necessárias, o sistema termina a tarefa (Figura 26) e é automaticamente despoletada a impressão, em papel, da lista de requisição (Figura 27).

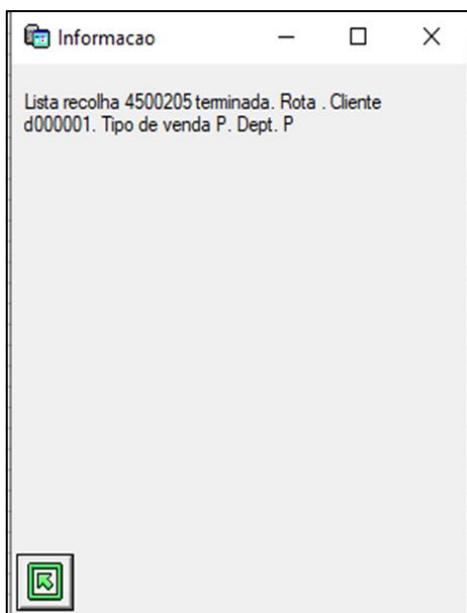
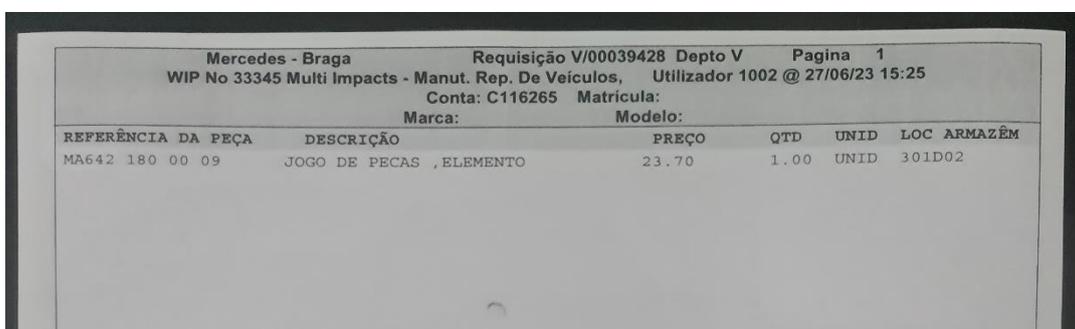


Figura 26 - Aviso de recolha finalizada.



REFERÊNCIA DA PEÇA	DESCRIÇÃO	PREÇO	QTD	UNID	LOC ARMAZÉM
MA642 180 00 09	JOGO DE PECAS ,ELEMENTO	23.70	1.00	UNID	301D02

Mercedes - Braga Requisição V/00039428 Depto V Pagina 1
WIP No 33345 Multi Impacts - Manut. Rep. De Veiculos, Utilizador 1002 @ 27/06/23 15:25
Conta: C116265 Matricula:
Marca: Modelo:

Figura 27 – Exemplo de uma lista de requisição impressa, gerada automaticamente.

Para finalizar, entrega-se o material recolhido e a respetiva lista de requisição ao cliente interno/externo.

No Anexo VII, está o fluxograma do novo processo de *order picking*, na Carclasse, em Braga.

A implementação do sistema *Barcode Scanning* no armazém de peças permitiu a redução de erros na tarefa de *order picking*. Anteriormente, a taxa de erros por referência recolhida estava em 6% (Tabela 4), o que representava um desafio para a eficiência operacional e a satisfação do cliente.

Após a implementação do sistema digital, voltou a ser efetuada a observação e registo da tarefa de *order picking*, nas mesmas condições que as observações registadas no cenário de pré-implementação. A taxa de erros no picking de peças diminuiu para 0,2% (Tabela 8).

Tabela 8 - Resultados pós-implementação

Nº Observações	Nº Referências recolhidas	Nº Erros cometidos	% Erros
34	518	1	0,2%

O sistema digital ofereceu orientação aos operadores durante a tarefa de *order picking*. Com as instruções precisas fornecidas pelo sistema, os operadores puderam localizar rapidamente os itens desejados, evitando erros de localização. Essa orientação direcionada permitiu uma navegação mais eficiente pelos corredores e prateleiras do armazém, resultando numa maior agilidade no processo de recolha e reduzindo a probabilidade de recolha de variantes erradas das peças pretendidas.

A confirmação, em tempo real, da recolha da peça correta, foi outro aspeto importante proporcionado pelo sistema digital. Ao efetuar a leitura ótica dos códigos de barras dos produtos, os operadores recebiam *feedback* imediato sobre a peça selecionada. Esse recurso permitiu a deteção imediata de erros, possibilitando a correção antes de incluir uma peça no envio para os clientes, melhorando a qualidade e a fiabilidade dos pedidos.

Apesar de resultados positivos nos erros registados, a implementação da tecnologia *barcode scanning* teve, até ao momento, um impacto negativo no tempo da tarefa de *order picking*, resultando num aumento do tempo médio de recolha por peça. O tempo aumentou de 41 segundos para 47 segundos, representando um acréscimo de 7%. No entanto, é importante notar que esse aumento para além de ter sido medido numa fase em que os operários ainda se encontravam em fase de adaptação ao novo processo, também não está a ser comparado com o tempo de retrabalho decorrente de erros cometidos antes da implementação (ficou excluído dos registos iniciais, pré-implementação).

Se o tempo de retrabalho tivesse sido contabilizado, é provável que houvesse melhorias nesses tempos, em vez de um impacto negativo. Anteriormente, os erros de seleção de produtos eram mais comuns, o que exigia correções e ajustes posteriores. Ao implementar o sistema leitura ótica de código de barras, a precisão na recolha de produtos melhorou, reduzindo os erros e, consequentemente, o número de vezes que era necessário retrabalho.

Após a implementação, é importante considerar os benefícios de longo prazo, concretamente, a redução dos erros resultando numa melhoria da eficiência geral do processo de *order picking*. Menos tempo foi gasto em correções e ajustes, o que se refletiu em uma maior produtividade. Todos os dados obtidos podem ser verificados no Anexo VIII.

6.2 Resultados previstos

Nem todas as propostas de melhorias foram implementadas no tempo útil do projeto de dissertação, pelo que não existem resultados da sua implementação. Há, no entanto, melhorias que apesar de não mensuráveis, em termos teóricos devem resultar em ganhos para a empresa.

6.2.1 Alteração de responsabilidades na identificação de peças

Com a implementação da proposta de alteração de responsabilidades na identificação de peças, espera-se uma menor dependência dos mecânicos para com os *pickers*, tornando-os mais autónomos no processo, acelerando a inicialização do *order picking*. Concretamente, pretende-se:

- **Redução das Filas:** Ao atribuir a responsabilidade de impressão da lista de recolha aos mecânicos, evita-se a formação de filas nos postos de trabalho dos *pickers*. Os mecânicos poderão acessar diretamente o sistema ou local apropriado para obter a lista, reduzindo o tempo de espera.
- **Maior Autonomia:** os mecânicos tornam-se mais independentes no processo. Permitindo que os *pickers* se concentrem integralmente nas atividades de coleta, aumentando a fluidez e a eficiência do processo.
- **Maior Agilidade do Processo:** Atribuir a tarefa de impressão e identificação ao mecânico elimina a necessidade de comunicação direta com os *pickers*. Como resultado, o início do *order picking* é acelerado, possibilitando um atendimento mais rápido às necessidades dos mecânicos.

6.2.2 Arrumação dos obsoletos

Esta proposta procura facilitar o processo de *order picking*, tornando-o mais ágil e eficiente, por meio da remoção dos materiais obsoletos do armazém de peças e respetiva libertação de espaço. Concretamente, pretende-se:

- **Melhoria da eficiência:** A retirada dos materiais obsoletos das prateleiras proporcionará um espaço mais organizado e funcional, facilitando a localização dos itens ativos e reduzindo o tempo necessário para coletá-los. Com menos obstáculos no caminho, o *picker* poderá realizar o *order picking* de maneira mais rápida e precisa.
- **Redução de erros:** A presença de materiais obsoletos pode causar confusão durante o processo de coleta, levando à entrega de peças incorretas aos clientes. Ao remover esses materiais, os *pickers* poderão focar sua atenção nos itens ativos, minimizando as hipóteses de equívocos e aumentando a precisão das entregas.
- **Agilidade no atendimento:** Com menos tempo gasto a procurar e identificar materiais, o tempo de resposta aos pedidos dos clientes e mecânicos será menor. Isso resultará em um atendimento mais ágil e eficiente, contribuindo para a satisfação dos clientes internos e externos.
- **Otimização do espaço:** A remoção dos materiais obsoletos libertará espaço nas prateleiras do armazém. Esse espaço pode ser utilizado para armazenar itens mais relevantes ao negócio ou até mesmo para aumentar o stock de peças com maior rotatividade, evitando a sobrecarga das áreas de armazenamento e custos desnecessários.

7. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

O objetivo deste estudo consistiu em melhorar a eficiência do processo de *order picking* no armazém de peças da empresa Carclasse em Braga. Para atingir esse objetivo, foi realizada uma análise dos processos de armazém, incluindo receção e conferência, arrumação, *cross-docking* e *order picking*.

A análise inicial revelou que aproximadamente 59% das referências armazenadas em *stock* eram consideradas obsoletas, uma vez que não revelavam movimentações nos últimos 5 anos. Além disso, identificou-se índice de erros no processo de *picking* de cerca de 6% das referências sendo recolhidas incorretamente. Esses erros, por sua vez, geravam discrepâncias nos níveis do *stock* físico e em sistema e de valores monetários, uma vez que alguns desses erros não eram detetados. Adicionalmente, foram observadas filas de espera por parte dos clientes internos ao solicitar a recolha de materiais, o que prejudicava o fluxo de trabalho

Com base nos problemas identificados, foram propostas melhorias. Uma das propostas passou pela análise e eliminação dos obsoletos, libertando espaço para *stock* ativo. Uma das principais propostas foi a implementação de um sistema de *Barcode scanning*, com o intuito de aumentar a digitalização dos processos do armazém e corrigir os erros de *picking* e *stock*. Adicionalmente, sugeriu-se alterar a responsabilidade de identificação das peças para recolha e aumentar o número de postos de identificação de 2 para 4.

Após a implementação do sistema de *Barcode scanning* no armazém de peças da Carclasse, os resultados foram notáveis. Houve uma redução significativa nos erros de *order picking*, com uma queda de 5,8 pontos percentuais, ou seja, de 6% para apenas 0,2% de taxa de erros. Essa melhoria teve um impacto direto na precisão e fiabilidade do processo de recolha de peças.

Apesar de resultados positivos na mitigação dos erros registados, a implementação da tecnologia digital teve um incremento no tempo da tarefa de *order picking*. O tempo médio de recolha por peça aumentou de 41 segundos para 47 segundos, representando um acréscimo de 7%. No entanto, é importante notar que esse aumento não considerou dois aspetos: 1) os tempos de retrabalho resultantes dos erros antes da implementação; 2) o facto dos *pickers* estarem numa fase inicial de adaptação a um procedimento diferente, que apesar de ser mais eficiente em termos de *picking* efetivo, ainda exige um racionínio

ponderado para o procedimento seguinte, enquanto que o procedimento manual anterior já era executado automaticamente.

É relevante considerar os benefícios das propostas a longo prazo. A redução dos erros resultou em uma melhoria na eficiência geral do processo de *order picking*. Menos tempo foi gasto em correções e ajustes, refletindo-se numa maior produtividade.

É de destacar que a implementação de um sistema de *barcode scanning* além de reduzir os erros de *order picking*, também contribuiu para uma melhoria geral do armazém de peças da Carclasse. Com a digitalização dos processos, foi possível melhorar a rastreabilidade e a precisão do *stock*, evitando discrepâncias entre o *stock* físico e o *stock* informático. Resultando num maior controlo e fiabilidade dos dados de inventário, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões operacionais.

Apesar das dificuldades iniciais, como o ceticismo e a resistência dos operadores do armazém em relação às mudanças propostas, o sucesso alcançado com a implementação do sistema digital serviu como um exemplo positivo para futuras mudanças e atualizações nos restantes armazéns de peças. A lição aprendida com esse projeto é que a adoção de tecnologias avançadas pode trazer melhorias substanciais na eficiência e precisão das operações, superando eventuais impactos negativos iniciais.

Com base nos resultados obtidos, como trabalho futuro propõe-se que a Carclasse explore outras soluções tecnológicas noutros departamentos aprimorando seus processos para melhorar a eficiência dos seus processos e garantir a satisfação dos clientes.

Propõe-se também a implementação da proposta de análise crítica sobre o material obsoleto armazenado identificando as principais causas e estudar estratégias mais eficientes para reduzir a elevada percentagem desses itens em armazém, melhorando a gestão de *stock*.

Referências bibliográficas

- Ackerman, K. B. (2007). *Lean Warehousing*. Ackerman Publ.
<https://books.google.pt/books?id=TocBPwAACAAJ>
- Ackerman, K. B. (2012). *Practical handbook of warehousing*. Springer Science & Business Media.
- Alqahtani, A. Y. (2023). Improving order-picking response time at retail warehouse: a case of sugar company. *SN Applied Sciences*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05230-6>
- Azanha, A., Vivaldini, M., Pires, S. R. I., & Camargo Junior, J. B. de. (2016). Voice picking: analysis of critical factors through a case study in Brazil and the United States. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65(5), 723–739. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-11-2015-0163>
- Bashir, H., Haridy, S., Shamsuzzaman, M., & Alsyof, I. (2020). Lean warehousing: a case study in a retail hypermarket. *IEOM Society International*, 1599–1607.
- Berg, J. P. van den, & Zijm, W. H. M. (1999). Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1), 519–528. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5)
- Bidgoli, H. (2010). *The Handbook of Technology Management, Supply Chain Management, Marketing and Advertising, and Global Management*. Wiley.
<https://books.google.pt/books?id=EKNQ1L4CoC>
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2013). *Supply Chain Logistics Management*. McGraw-Hill.
<https://books.google.pt/books?id=F6dOpwAACAAJ>
- Boysen, N., & Fliedner, M. (2010). Cross Dock Scheduling: Classification, Literature Review and Research Agenda. *Omega*, 38, 413–422. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2009.10.008>
- Buakum, D. (2019). *A Literature Review and Further Research Direction in Cross-docking*. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bangkok, Thailand, March 5-7, 2019

- Buijs, P., Danhof, H., & Wortmann, H. (2016). Just-in-Time Retail Distribution: A Systems Perspective on Cross-Docking. *Journal of Business Logistics*, 37. <https://doi.org/10.1111/jbl.12135>
- Christopher, M. (2005). *Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-adding Networks*. FT Prentice Hall. <https://books.google.pt/books?id=IQgWVahxO3UC>
- Correa Espinal, A. A., Gómez Montoya, R. A., & Cano Arenas, J. A. (2010). Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Estudios Gerenciales*, 26(117), 145–171. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(10\)70139-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0123-5923(10)70139-X)
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 220–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Crespo de Carvalho, J., Dias, E. B., Martins, A., Menezes, J., & Ramos, T. (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Edições Sílabo.
- Daehy, Y., Krishnan, K., Alsaadi, K., & Alghamdi, S. (2019). Effective cost minimization strategy and an optimization model of a reliable global supply chain system. 7, 381–398. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2018.12.007>
- de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified, Second Edition: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. Taylor & Francis. <https://books.google.pt/books?id=K9aYpFdFONUC>
- Espinal, A. A., Gómez Montoya, R. A., & Cano Arenas, J. A. (2010). Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Estudios Gerenciales*, 26(117), 145–171. [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(10\)70139-X](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(10)70139-X)
- Frazelle, E. (2002). *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management*. McGraw-Hill. https://books.google.pt/books?id=_my1AAAAIAAJ

- Frazelle, E. H. (2001). *World-Class Warehousing and Material Handling*. McGraw Hill LLC. https://books.google.pt/books?id=mK_Pf9DkOX0C
- Gunasekaran, A., Patel, C., & McGaughey, R. E. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, *87*(3), 333–347. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.08.003>
- Henn, S., Koch, S., & Wäscher, G. (2012.). *Order Batching in Order Picking Warehouses: A Survey of Solution Approaches*. <http://www.fww.ovgu.de/femm>
- Hosseini, S. D., Akbarpour Shirazi, M., & Karimi, B. (2014). Cross-docking and milk run logistics in a consolidation network: A hybrid of harmony search and simulated annealing approach. *Journal of Manufacturing Systems*, *33*. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.05.004>
- Jum'a, L., & Basheer, M. (2023). Analysis of Warehouse Value-Added Services Using Pareto as a Quality Tool: A Case Study of Third-Party Logistics Service Provider. *Administrative Sciences*, *13*, 51. <https://doi.org/10.3390/admsci13020051>
- Khan, M., Wu, X., Xu, X., & Dou, W. (2017). Big data challenges and opportunities in the hype of Industry 4.0. *2017 IEEE International Conference on Communications (ICC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICC.2017.7996801>
- Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of Logistics Management*. Irwin/McGraw-Hill. <https://books.google.pt/books?id=K8xXAAAAYAAJ>
- Langevin, A., & Riopel, D. (2005). *Logistics Systems: Design and Optimization*. Springer US. <https://books.google.pt/books?id=9I8HvNfSsk4C>
- Larson, P. D. (2001). Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies, David Simchi-Levi Philip Kaminsky Edith Simchi-Levi. *Journal of Business Logistics*, *22*(1), 259–261. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00165.x>
- Lee, K.-Y., Lim, J.-S., & Ko, S.-S. (2019). Endosymbiotic Evolutionary Algorithm for an Integrated Model of the Vehicle Routing and Truck Scheduling Problem with a Cross-Docking System. *Informatica*, *30*(3), 481–502. <https://doi.org/10.15388/informatica.2019.215>

- Lesch, V., Müller, P. B. M., Krämer, M., Hadry, M., Kounev, S., & Krupitzer, C. (2023). Optimizing storage assignment, order picking, and their interaction in mezzanine warehouses. *Applied Intelligence*. <https://doi.org/10.1007/s10489-022-04443-x>
- Lutz, S., Löedding, H., & Wiendahl, H.-P. (2003). Logistics-oriented inventory analysis. *International Journal of Production Economics*, *85*(2), 217–231. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00111-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00111-7)
- Maestrini, V., Luzzini, D., Shani, A. B., & Canterino, F. (2016). The action research cycle reloaded: Conducting action research across buyer-supplier relationships. *Journal of Purchasing and Supply Management*, *22*(4), 289–298. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2016.06.002>
- Martins, S., Amorim, P., & Almada-Lobo, B. (2018). Delivery mode planning for distribution to brick-and-mortar retail stores: discussion and literature review. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, *30*, 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10696-017-9290-x>
- Moghadam, S., Fatemi Ghomi, s. M. T., & Karimi, B. (2014). Vehicle routing scheduling problem with cross docking and split deliveries. *Computers & Chemical Engineering*, *69*. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2014.06.015>
- Porter, M. E. (1985). Technology and competitive advantage. *Journal of Business Strategy*, *5*(3), 60–78.
- Reichhart, A., & Holweg, M. (2007). Lean distribution: concepts, contributions, conflicts. *International Journal of Production Research*, *45*(16), 3699–3722.
- Richards, G. (2018). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*. Kogan Page. <https://books.google.pt/books?id=ysL1nAAACAAJ>
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain*. Kogan Page. <https://books.google.pt/books?id=39RZAgAAQBAJ>
- Santos, F., Mateus, G., & Cunha, A. (2013). The Pickup and Delivery Problem with Cross-Docking. *Computers & Operations Research*, *40*, 1085–1093. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2012.11.021>
- Santos, M. Y., Oliveira e Sá, J., Andrade, C., Vale Lima, F., Costa, E., Costa, C., Martinho, B., & Galvão, J. (2017). A Big Data system supporting Bosch Braga Industry 4.0 strategy. *International Journal of*

Information Management, 37(6), 750–760.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.07.012>

Shapiro, R. D., & Heskett, J. L. (1985). *Logistics Strategy: Cases and Concepts*. West Publishing Company. <https://books.google.pt/books?id=NuIOAQAAMAAJ>

Shimbun, N. K. (1989). *Poka-yoke: Improving product quality by preventing defects*. Crc Press.

Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System*. Taylor & Francis.
<https://books.google.pt/books?id=gkE8K7axQbYC>

Shuib, A., & Wan Ahmad Fatthi, W. N. A. (2012). A Review on Quantitative Approaches for Dock Door Assignment in Cross-Docking. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 2, 370. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.2.5.226>

Souza, Karina & do Nascimento, Iramar & Keine, Sandro & Fleig, Raquel. (2021). DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE EXECUÇÃO DE MANUFATURA (MES) NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO: UMA APLICAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TUBOS DE AÇO. *Produto & Produção*. 22. 10.22456/1983-8026.102371.

Susman, G. I. (1983). Action research: a sociotechnical systems perspective. *Beyond Method: Strategies for Social Research*, 95(113), 95.

Tompkins, J. A., & Smith, J. D. (1988). *The Warehouse Management Handbook*. McGraw-Hill.
https://books.google.pt/books?id=jdbbLPP24_8C

Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., & Tanchoco, J. (2010). *Facilities Planning*. John Wiley & Sons.

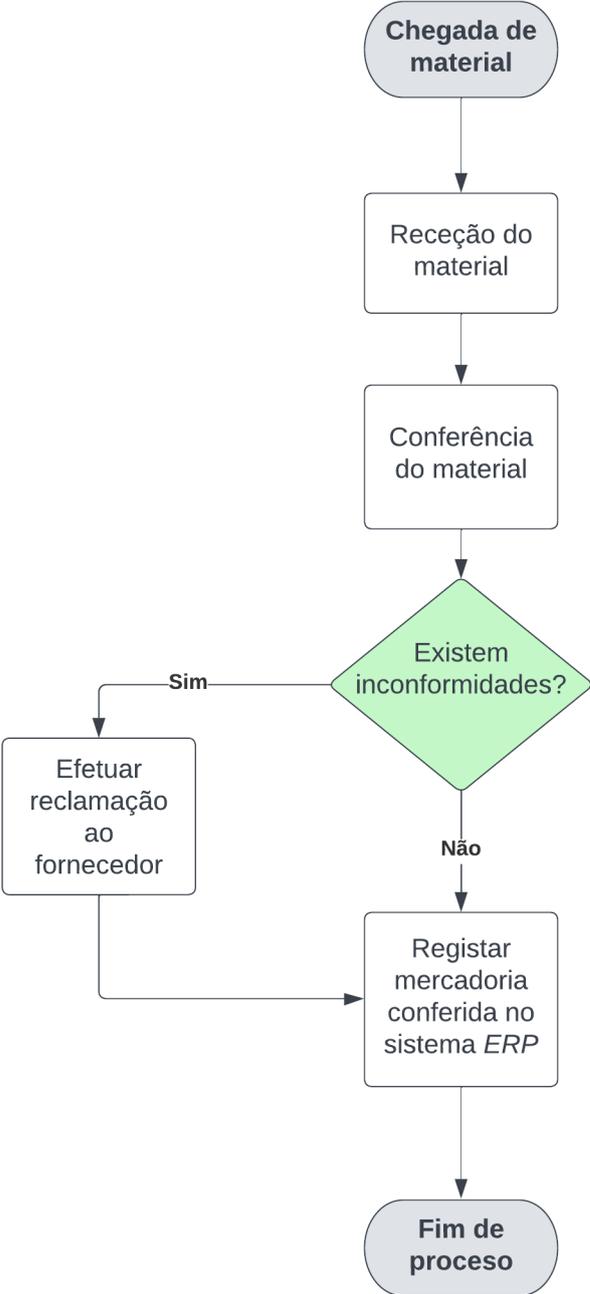
Van Belle, J., Valckenaers, P., & Cattrysse, D. (2012). Cross-docking: State of the art. In *Omega* (Vol. 40, Issue 6, pp. 827–846). <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.01.005>

Voronova, O. (2022). Improvement of warehouse logistics based on the introduction of lean manufacturing principles. *Transportation Research Procedia*, 63, 919–928.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.090>

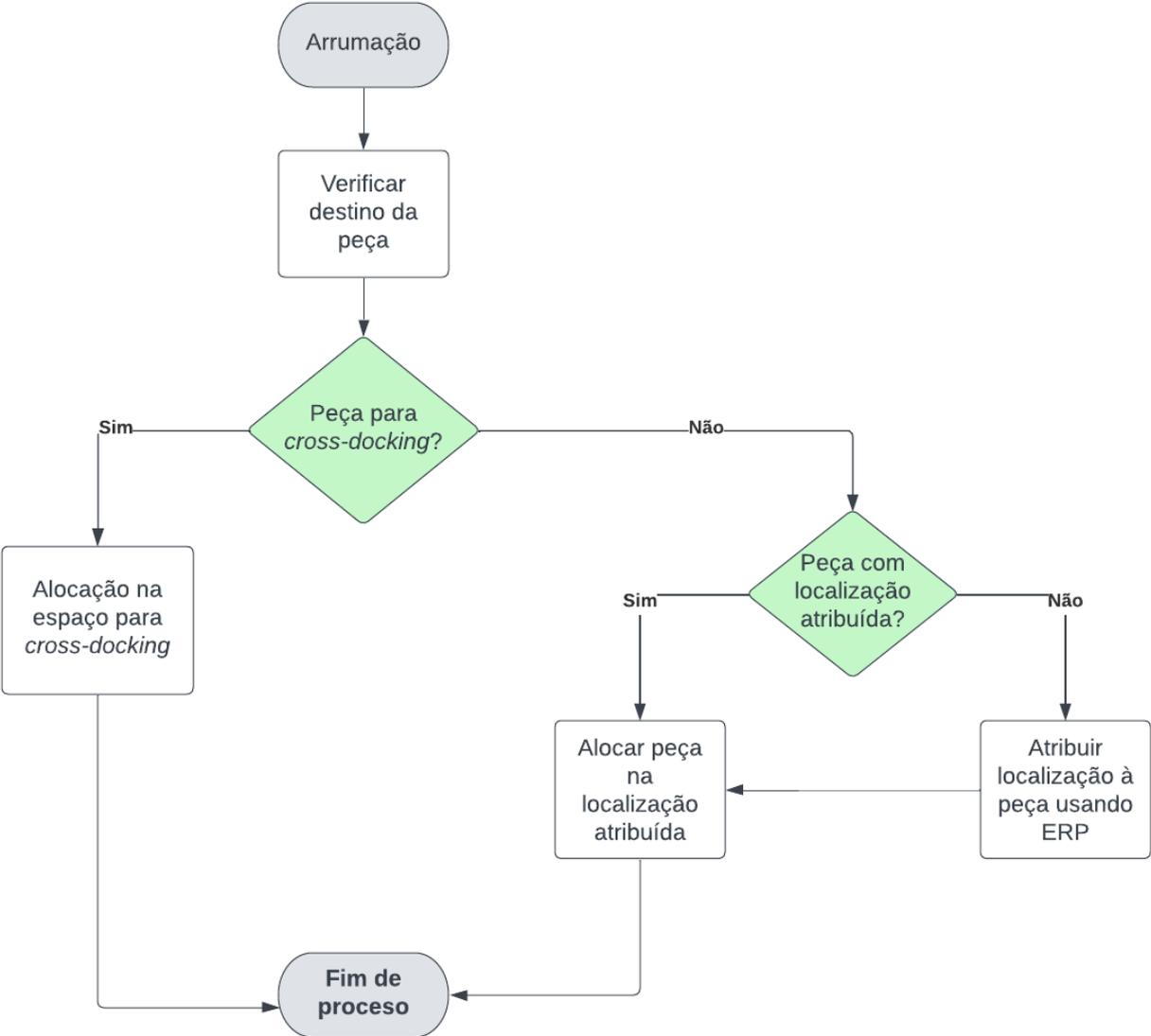
- Womack, J., & Jones, D. (1996). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. In *Journal of the Operational Research Society* (Vol. 48). <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Ye, Y., Li, J., Li, K., & Fu, H. (2018). Cross-docking truck scheduling with product unloading/loading constraints based on an improved particle swarm optimisation algorithm. *International Journal of Production Research*, *56*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1464678>
- Zraková, D., Demjanovičová, M., & Kubina, M. (2019). Online reputation in the transport and logistics field. *Transportation Research Procedia*, *40*, 1231–1237. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.171>

8. ANEXOS

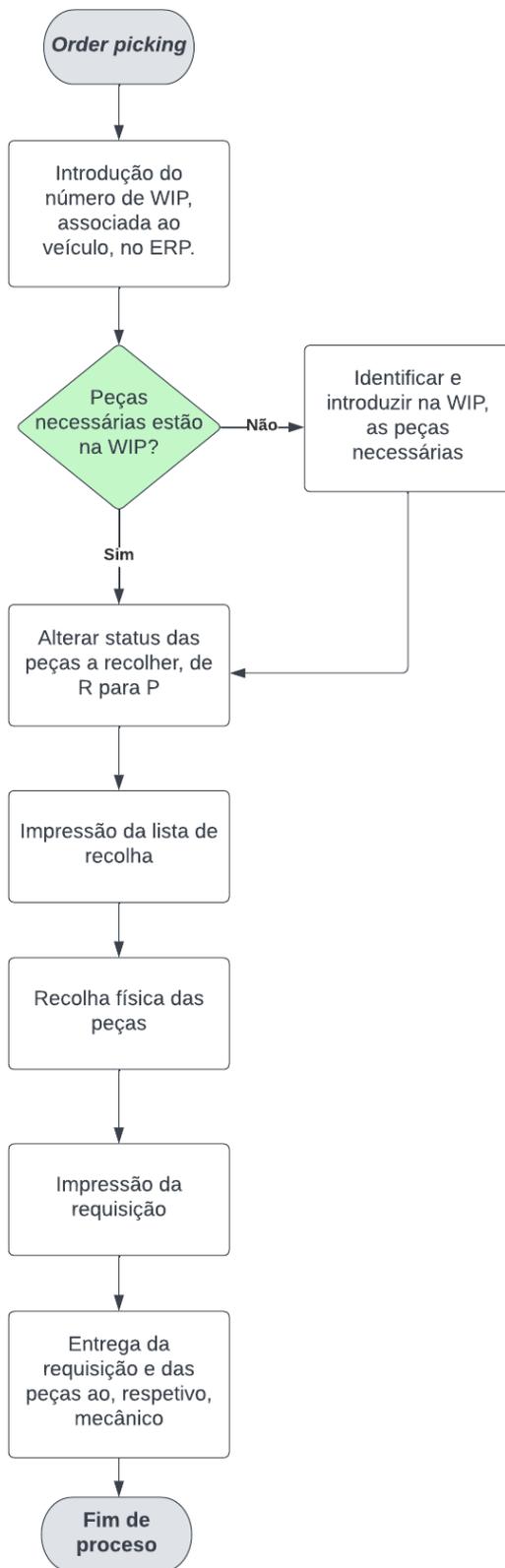
8.1 Anexo I - Fluxograma do processo de recepção e conferência.



8.2 Anexo II – Fluxograma do processo de arrumação e *cross-docking*.



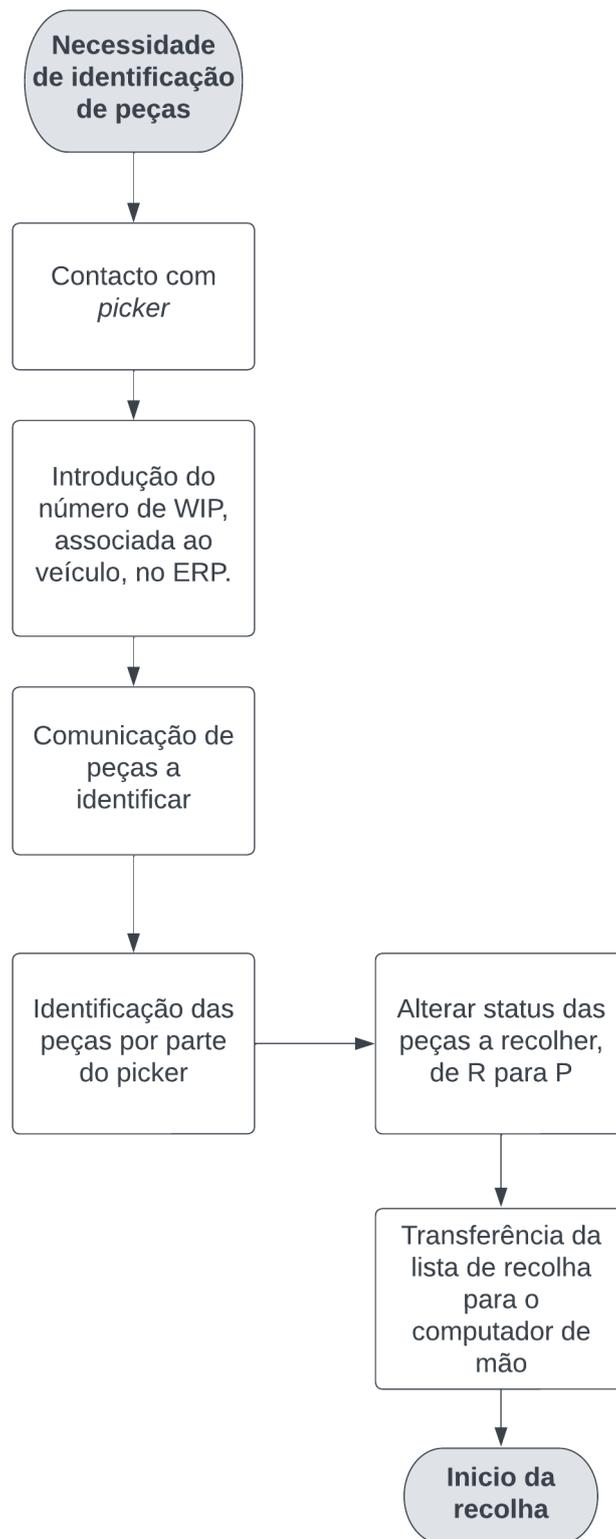
8.3 Anexo III – Fluxograma do processo de *order picking*.



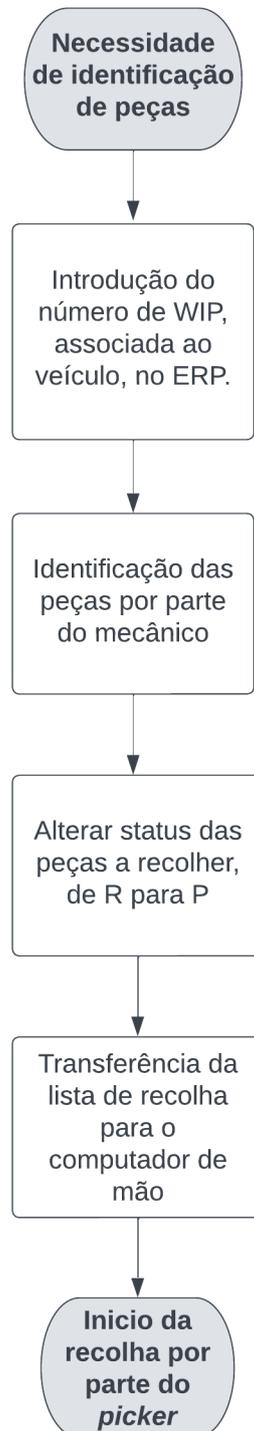
8.4 Anexo IV - Dados do processo de *order picking* na pré-implementação.

Order Picking MANUAL						
Recolha	Nº Linhas de encomenda	Nº Peças Recolhidas	Total		Erros detetados	Colaborador
			Min	Seg		
1	1	1	3	32	0	M
2	4	4	14	50	1	J
3	1	1	2	54	0	R
4	4	11	7	45	1	M
5	16	16	16	56	0	M
6	34	73	32	4	3	R
7	29	40	33	14	1	M
8	17	23	17	33	0	J
9	1	1	2	39	0	R
10	8	16	7	36	2	M
11	2	2	3	47	0	J
12	30	50	25	56	2	R
13	20	41	26	34	0	R
14	5	10	7	15	1	M
15	7	21	10	24	0	R
16	12	21	11	50	0	M
17	25	31	17	12	2	M
18	7	7	5	33	0	J
19	10	50	28	20	1	R
20	1	1	2	23	0	M
21	10	44	12	47	1	R
22	24	34	16	52	1	M
23	1	2	4	21	0	M
24	2	4	6	15	0	M
25	5	5	7	33	1	J
26	4	25	13	25	0	R
27	9	11	8	2	0	R
28	5	20	10	57	2	J
29	2	3	5	23	0	J
30	9	24	14	5	2	R
31	30	39	30	13	3	M
32	22	34	27	34	0	R
33	25	35	29	56	0	M
34	37	37	33	18	1	M

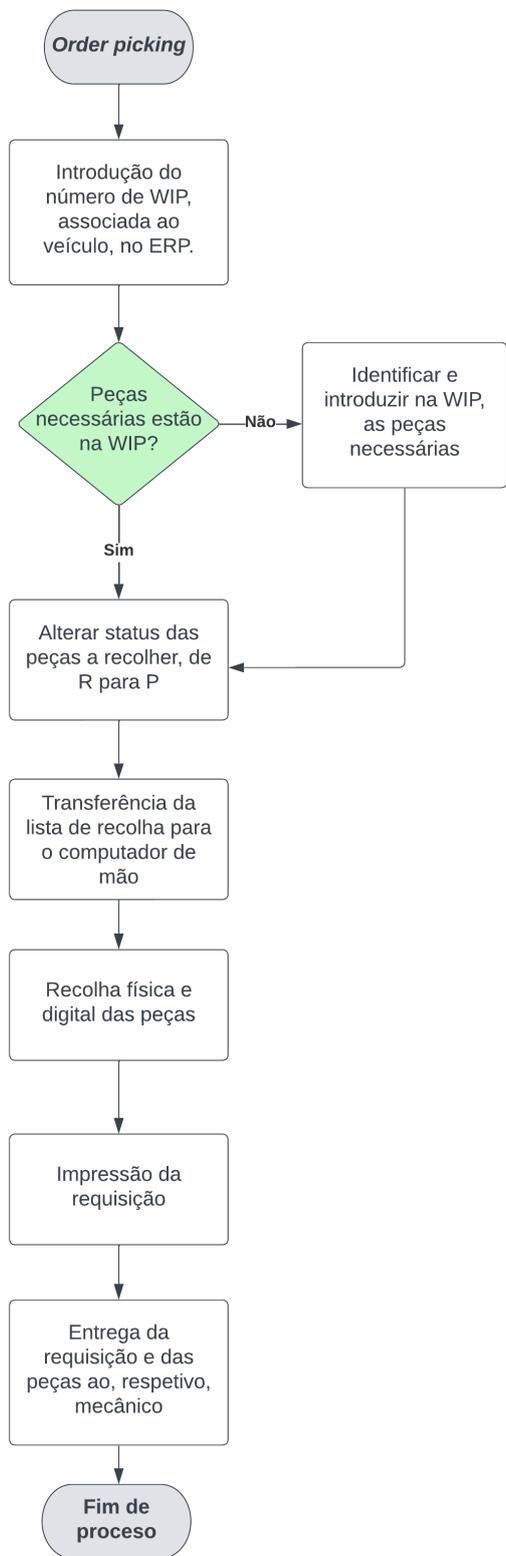
8.5 Anexo V – Fluxograma do processo de identificação de peças.



8.6 Anexo VI – Fluxograma do novo processo de identificação de peças.



8.7 Anexo VII - Fluxograma do novo processo de *order picking*.



8.8 Anexo VIII – Dados do processo de *order picking* pós-implementação.

Order Picking DIGITAL						
Recolha	Nº Linhas de encomenda	Nº Peças Recolhidas	Total		Erros detetados	Colaborador
			Min	Seg		
1	21	28	27	12	0	R
2	4	11	7	30	0	R
3	7	16	6	3	0	J
4	18	26	17	31	0	R
5	32	36	29	25	0	J
6	11	34	13	7	0	M
7	22	34	29	11	0	R
8	37	37	31	20	0	R
9	8	32	14	32	0	M
10	33	34	30	10	0	J
11	30	30	27	46	0	M
12	1	1	4	5	0	M
13	18	35	22	29	0	J
14	1	1	3	34	0	R
15	27	36	21	16	0	M
16	35	37	29	46	0	J
17	23	27	19	20	0	M
18	31	34	29	58	0	M
19	1	5	4	20	0	R
20	7	20	12	14	0	M
21	5	26	9	5	0	M
22	25	28	20	46	1	M
23	21	37	22	31	0	M
24	1	1	3	20	0	R
25	10	17	15	25	0	R
26	5	15	7	36	0	M
27	9	9	8	2	0	J
28	16	20	20	45	0	J
29	7	26	14	52	0	M
30	6	15	11	42	0	M
31	26	31	21	4	0	R
32	1	1	3	56	0	R
33	3	3	5	24	0	R
34	16	33	22	42	0	J